Populäre

Astronomie.

Von

J. J. Littrow,

Director der Sternwarte und Professor der Astronomie an der k. k. Universität in Wien, der kais. russischen Akademie der Wissenschaften in Petersburg, der königl. Akademie der Wissenschaften in Prag, der großbritannischen astron. Gesellschaft in London u. m. a. Gesellschaften Mitglied.

Zweyter Theil.

Erste Abtheilung.

Mit einer lithographirten Tafel.

Wien, 1825.

Im Verlage von J. G. Heubner.

BIBLIOTHECA
REGIA
MONACENSIS.

Vorerinnerung.

Die erste Abtheilung dieses zweyten Theiles enthält das Vorzüglichste unserer Kenntnisse über die physische Beschaffenheit der Himmelskörper, und ich habe mich bemüht, in demselben das Merkwürdigste von den wichtigen und interessanten Entdeckungen zu sammeln, mit welchen die unvergeßlichen Herschel und Schröter unsere Kenntnisse des Himmels bereichert haben, so wie ich in dem Vorhergehenden vorzüglich dem unsterblichen Laplace in seiner Darstellung des Weltsystemes, und dem vortrefflichen Schubert zu folgen suchte, der in seiner theoretischen Astronomie ein Muster der Methode, so wie in seinen populären Schriften über denselben Gegenstand ein noch unerreichtes Muster des Stiles ist, und vielleicht noch lange unter uns bleiben wird. Da es schwer ist, hinter solchen Schnittern Nachlese zu halten, so blieb oft nur übrig, dem, was sie bereits am besten gesagt hatten, noch die neuen Entdeckungen

beyzufügen, durch welche seitdem das Gebieth der Wissenschaft erweitert worden ist.

Die zweyte Abtheilung enthält in dem ersten Abschnitte die nähere Beschreibung, und in dem zweyten den Gebrauch der astronomischen Instrumente, und dieser Gebrauch ist es vorzüglich, zu welchem das ganze Werk, wenn anders seine Absicht erreicht wird, den Leser aufmuntern sollte.

Inhalt des zweyten Theiles.

Erste Abtheilung.

Drittes Buch.

Topographie des Himmels.

		Seite.
I. Capitel.	Die Sonne	1
II. Cap.	Mercur	20
III. Cap.	Venus	23
IV. Cap.	Die Erde	38
V. Cap.	Der Mond	71
VI. Cap.	Mars	95
VII. Cap.	Ceres, Pallas, Juno, Vesta . . .	101
VIII. Cap.	Jupiter und seine Satelliten . . .	107
IX. Cap.	Saturn mit seinem Ringe und sieben Satelliten	126
X. Cap.	Uranus und seine Satelliten	152
	Elemente aller Planeten und ihrer Satelliten . .	159
XI. Cap.	Cometen	171
XII. Cap.	Größe des Weltsystemes	217
XIII. Cap.	Ursprung des Planetensystemes . . .	273
XIV. Cap.	Dauer des Planetensystemes . . .	295

Drittes Buch.

Topographie des Himmels.

Erstes Capitel.

Die Sonne.

Nachdem wir die Erscheinungen, welche von den mannigfaltigen Bewegungen der himmlischen Körper entstehen, so wie das allgemeine Gesetz dieser Erscheinungen kennen gelernt haben, wollen wir nun zu der Erzählung desjenigen übergehen, was uns die Fernröhre über den Bau und die physische Beschaffenheit dieser Körper gezeigt haben. Bey dieser Wanderung durch unser Planetensystem wird es angenehm seyn, auf jenen Körpern oft ein unserer Erde ähnliches Bild in ihren Bergen, Meeren, u. s. w. wieder zu erkennen, und noch öfter vielleicht, wo wir diese Aehnlichkeit nicht mehr finden, die unendliche Mannigfaltigkeit der Werke der Natur zu bewundern.

Schon das Gefühl der Dankbarkeit fordert uns auf, unsere Reise zuerst zur Sonne zu richten, deren Wohlthaten so groß, so mannigfaltig und so unverkennbar sind, daß mehrere Nationen der Vorzeit sie als das würdigste Bild der Gottheit, ja als die Gottheit selbst verehrten. Sie ist der Centralkörper unsers ganzen Systemes, die Ursache aller Be-

wegungen der Planeten, und der Urquell des Lichtes und der Wärme, und dadurch des Lebens aller organischen Wesen. Ohne Licht und Wärme würde eine ewige Nacht und eine alles erstarrende Kälte die Erde und alle Planeten ergreifen, und keine Pflanze würde sich mehr dem Schooße der Erde, kein Thier dem Schooße der Mutter entwinden; die ganze Erde würde eine starre Wüste, ein weites ödes Grab werden, in welchem nichts mehr lebt, und von dem selbst unsere vom ewigen Schnee bedeckten Polargegenden mit ihren langen Winternächten nur ein schwaches Bild seyn würden. Alles Leben, alle Thätigkeit, alles Glück auf unserem und auf allen übrigen Planeten ist eine Folge dieser beyden köstlichen Geschenke, die wir der Sonne verdanken.

Nicht diese Wohlthaten aber sind es, wegen welcher sie von den dankbaren Planeten zu ihrem gemeinschaftlichen Beherrscher erwählt worden ist: ihrer Herrschaft verdankt sie sich selbst, ihrer eignen Kraft, nähmlich ihrer präponderirenden Masse, in welcher, wie wir gesehen haben, die eigentliche Kraft der himmlischen Körper besteht. Die Masse der Sonne ist mehr als dreymahl hundert tausendmahl größer, als die unserer Erde und selbst über 800mahl größer, als die Massen aller Planeten des ganzen Systemes zusammen genommen. Dieses Uebergewicht macht sie zu dem Haupt- und Centralkörper und begründet zugleich die rein monarchische Einrichtung in ihrem Staate, in welchem Unordnung und Ungehorsam bey den so viel schwächeren Unterthanen beynahe gänzlich unmöglich ist.

Auch wenn die Sonne eine todte lichtleere Masse, und nicht mehr die Quelle der Wärme und des Lebens zahlloser Geschöpfe wäre, würde doch dieselbe ewige Bewegung der Planeten, die wir jetzt bemerken, noch immer statt haben, aber eine Bewegung ohne Leben in immerwährender Finsterniß und in einer alles erstarrenden Kälte: starr und

gefühllos würden die Planeten gleich den Schatten der Verstorbenen herumirren und ihren großen Todtentanz, zwar ohne Ende, aber auch ohne Freude fortsetzen.

Mit dieser Masse steht auch die Größe, der Umfang der Sonne im Verhältnisse. Der Durchmesser der Sonnenkugel beträgt 187800 geographische Meilen, also ihre Oberfläche 110796 Millionen Quadratmeilen und ihr Körperinhalt 3468 Billionen Cubikmeilen. Da der Durchmesser der Erde nur 1720 Meilen beträgt, so ließen sich von der Sonne 1300000 der Erde gleich große Kugeln machen, oder die Sonne ist 1300000mahl größer als die Erde und über 25000 Millionenmahl größer als Vesta, und selbst noch 560mahl größer, als alle Planetenkugeln zusammengenommen. Um diese großen Zahlen, von denen es schwer ist, sich einen angemessenen Begriff zu machen, nur einigermaßen zu würdigen, wollen wir uns das Innere der Sonne hohl, und in dem Mittelpunkte derselben die Erde vorstellen, um welchen der Mond in seiner gegenwärtigen Entfernung von der Erde von 51500 Meilen sich bewegt, so würde doch noch eine nicht ausgehöhlte Rinde der Sonne übrig bleiben, deren Dicke noch nahe derselben Entfernung des Mondes von der Erde gleich ist. Diese Größe der Sonne, verbunden mit der Masse derselben, wird uns auch die Schwere der Körper auf der Oberfläche der Sonne kennen lehren. Diese Schwere verhält sich nähmlich nach dem zweyten Buche (S. 206), wie die Masse dividirt durch das Quadrat der Entfernung der Oberfläche des Körpers von dem Mittelpunkte. Nimmt man daher den Halbmesser der Erde und ihre Masse als die Einheiten der Entfernungen und der Massen an, so ist nach den neuesten Bestimmungen der Halbmesser der Sonne gleich 109 Halbmesser der Erde, und die Sonnenmasse gleich 337000 Erdmassen, also die Schwere auf der Oberfläche der Sonne

$$\frac{337000}{109^2} = 28$$

oder ein Körper, der auf der Oberfläche der Erde nur ein Pfund wiegt, oder vielmehr, mit dem Gewichte von einem Pfunde abwärts drückt, wird auf der Oberfläche der Sonne mit einem Gewichte von 28 Pfunden drücken; oder endlich, wenn auf der Oberfläche der Erde alle Körper in der ersten Secunde ihres freyen Falles 15 Fuß zurücklegen, so fallen sie auf der Oberfläche der Sonne in derselben Zeit durch einen 28mahl größern Raum, oder durch 420 Fuß.

Wenn aber die Sonne alle anderen Planeten an Größe und Masse so weit übertrifft, so steht sie dafür den meisten an der Dichte ihrer Masse nach. Der Stoff, aus welchem sie gebildet ist, ist nahe dreymahl weniger dicht, als der des Mars, und viermahl weniger als der der Erde oder der Venus, so daß die Dichte der Sonne nur jener unseres Wassers nahe gleich ist. (S. 354)

Diese geringe Dichte des Sonnenkörpers läßt vermuthen, daß seine Natur sehr von der irdischen verschieden seyn mag; eine nähere Kenntniß ihrer physischen Eigenschaften aber wird uns wohl immer versagt bleiben. Kennen wir doch selbst von dieser unserer Erde, die wir bewohnen, nach den Bemühungen so vieler Jahrhunderte kaum die oberste Rinde, kaum den Staub, der ihre Oberfläche bedeckt: was dürfen wir erst von der näheren Kenntniß eines Körpers erwarten, der so ungemein weit von uns entfernt ist. Diese Entfernung beträgt, den neuesten Untersuchungen zu Folge, im Mittel 20,666800 geographische Meilen, eine entsetzliche Distanz, welche eine Kanonenkugel, wenn sie auch in jeder Secunde 1500 Fuß durchlaufen würde, erst in zehn ganzen Jahren zurücklegen könnte, und welche doch das Licht in $8\frac{2}{3}$ Minuten zurücklegt. Dieses ist also der Halbmesser eines Kreises, dessen Peripherie die Erde in einem Jahre oder in

$365\frac{1}{4}$ Tagen durchläuft: sie beträgt 129854000 Meilen, von welchen daher die Erde in jeder Secunde nahe 4 Meilen zurück legt. Diese Geschwindigkeit der Erde in ihrer Bahn ist 28mahl so groß als die des Mondes, 60mahl größer als die jener Kanonenkugel, aber nahe 10000mahl kleiner als die des Lichtes, welches letztere die Peripherie der Erdbahn in 51′38″ zurücklegen würde, während jene Kanonenkugel beynahe 63 Jahre dazu brauchte. Aus dieser Entfernung gesehen, erscheint der Halbmesser unserer Erde nur unter dem sehr kleinen Winkel von 8″.6 (der Sonnenparallaxe) und der Halbmesser des Mondes unter dem Winkel von 2″.4.

In dieser so großen Entfernung also, können wir von der Sonne selbst nicht viel mehr erfahren, als was wir unmittelbar durch den Sinn des Gesichtes erhalten: daß es ein Lichtmeer zu seyn scheint, welches nicht bloß alle Körper ihres Systemes erleuchtet und erwärmt, sondern auch diese Körper selbst durch den Reflex ihres von der Sonne geborgten Lichtes wieder zu leuchtenden Fackeln macht, welche zuweilen selbst die Sterne der ersten Größe an Glanz und Schönheit übertreffen.

Auf diesem wogenden Lichtmeere gehen aber zuweilen Erscheinungen vor, welche uns vielleicht zu einer nähern Kenntniß der physischen Beschaffenheit der Sonne leiten können.

Man sieht öfters an dem linken oder östlichen Rande der Sonne dunkle Flecken eintreten, welche sich nach dem westlichen Rande bewegen, an welchem sie dreyzehn Tage nach ihrer ersten Erscheinung wieder verschwinden. Da sich alle diese Flecken mit derselben Geschwindigkeit, und in unter einander parallelen Richtungen nach derselben Seite bewegen, so können sie nicht solche Körper seyn, die, etwa wie unsere Wolken, der Atmosphäre der Sonne angehören, in welcher sie von den Winden nach allen Richtungen getrie-

ben werden; und da sie, selbst wenn sie in der Mitte der Sonnenscheibe sind, oft groß und breit erscheinen, bey ihrer Annäherung an den Rand aber sich immer enger zusammenziehen, so müssen sie nach den Gesetzen der Perspective der Oberfläche der Sonne selbst angehören, mit welcher sie auf irgend eine Art fest verbunden sind, und die oben bemerkte Bewegung derselben kann daher nur von einer eigenen Bewegung der Sonne selbst, von einer Rotation der Sonne kommen, die für ein Auge in dem Mittelpunkte derselben von West nach Ost vor sich geht, eine Richtung, die den Revolutionen und Rotationen aller Planeten und Satelliten unsers Systemes gemeinschaftlich ist.

Die Ehre der ersten Entdeckung dieser Sonnenflecken, die bald nach der Erfindung der Fernröhre statt hatte, scheint dem Engländer Harriot zu gebühren, in dessen Manuscripten man eine Beobachtung derselben vom 8. December 1610 fand. Der berühmte Arzt Averroes von Cordova, der im 12. Jahrhunderte lebte, hat wohl den ersten großen Flecken mit freyen Augen gesehen, den er mit Unrecht für den Merkur hielt. Im März 1611 entdeckte sie Scheiner in Ingolstadt, und Galilei sah sie zuerst in Rom den 10. April 1612. Erst in dem Jahre 1630 erschien das Werk Scheiners über diesen Gegenstand unter dem Titel Rosa ursina. Er hielt sich für den ersten, der die Sonnenflecken gesehen hat, und erzählt, daß er die Resultate seiner Beobachtungen seinem Vorsteher mitgetheilt, dieser aber ihm darauf geantwortet habe: „Dieser Sache wird von keinem alten „Philosophen erwähnt: ich habe meinen Aristoteles mehr als „einmahl vom Anfange bis zu Ende durchgelesen, aber nichts „dem Aehnliches gefunden. Also halten Sie diese Absurditäten lieber zurück und geben Sie sich nicht öffentlich bloß, „sondern seyen Sie vielmehr überzeugt, daß es bloß ein „Fehler Ihres Auges oder Ihres Fernglases ist, welches

„Sie sogar in der Sonne noch Flecken sehen läßt." Nur nach langen Zureden erlaubte endlich dieser peripatetische Zelot, daß Scheiner seine Visionen, wie Jener sie nannte, unter einem fremden Nahmen herausgeben durfte.

Wir wollen nun sehen, wie man aus den Beobachtungen dieser Flecken die Lage der Axe, um welche jene Rotation der Sonne statt hat, so wie die Zeit dieser Rotation selbst, bestimmen könne. Eine Ebene durch den Mittelpunkt der Sonne senkrecht auf ihre Rotationsaxe wird, analog mit dem Aequator, der Sonnenäquator seyn. Da dieser Aequator, dessen Ebene man sich nach allen Richtungen ohne Ende verlängert denken kann, mit der Ebene der Ekliptik nicht zusammenfällt, so wird die Erde während ihrer Umlaufszeit um die Sonne ein halbes Jahr über, und ein halbes Jahr unter der Ebene jenes Aequators, und nur zweymahl im Jahre in der Ebene des Aequators selbst seyn, wenn sie nähmlich durch die grade Linie geht, in welcher sich der Sonnenäquator und die Ekliptik schneiden. In diesen beyden Punkten würden wir den Sonnenäquator, wenn er überhaupt sichtbar wäre, als eine gerade durch den Mittelpunkt der Sonnenscheibe gezogene Linie bemerken, und als solche gerade Linien müssen daher auch die dem Sonnenäquator parallelen Bahnen erscheinen, in welchen sich die Flecken bewegen. Bald nach dem Durchgange der Erde durch jene Knotenlinie befindet sich die Erde unter der verlängerten Ebene des Sonnenäquators, und erblickt ihn daher von unten nach oben als einen schiefliegenden Kreis, und die Bahnen der Flecken beschreiben daher auch nicht mehr gerade Sehnen, sondern nach oben zu gekrümmte Linien, deren Krümmung immer zunimmt, bis die Erde drey Monathe darauf am tiefsten unter dem Aequator ist; die folgenden drey Monathe nimmt jene Krümmung wieder allmählig ab, bis sie bey dem zweyten Durchgange der Erde durch die Knoten verschwin-

det, wo der Weg der Flecken wieder als eine grade Linie erscheint. Bald darauf erhebt sich die Erde über die Ebene des Aequators und die Bahnen der Flecken krümmen sich allmählig immer mehr nach unten, bis sie drey Monathe nach dem letzten Knotendurchgange am stärksten abwärts gekrümmt erscheinen, und von diesem Augenblicke durch die letzten drey Monathe wieder nach und nach der geraden Linie sich in demselben Maße nähern, in welchem die Erde, allmählig in ihrer Bahn höher steigend, dem Sonnenäquator näher rückt.

Als gerade Linien erscheinen diese Bahnen am Ende der Monathe May und November, und ihre stärkste Krümmung nach oben haben sie im August, und nach unten im Februar, so daß also die Erde vom November bis zu dem folgenden May unter, und vom May bis November über der Ebene des Aequators ist, also in jenem halben Jahre jene Bahnen aufwärts, und in diesem abwärts gekrümmt erblickt. Diese Beobachtungen der verschiedenen Krümmungen jener Bahnen werden uns leicht die Lage der Rotationsaxe, oder die Lage des auf diese Axe senkrechten Aequators kennen lehren. Da in den beyden Augenblicken, in welchen jene Sehnen als grade Linien erscheinen, die Erde in der Knotenlinie des Sonnenäquators mit der Ekliptik ist, in welcher Linie sich der Mittelpunkt der Sonne immer befindet, so ist die Länge der Sonne, in jenen Augenblicken beobachtet, auch zugleich die Länge der Knotenlinie; und da diese Sehnen sich offenbar desto mehr nach oben oder nach unten krümmen müssen, je größer die Neigung des Sonnenäquators gegen die Ekliptik ist, so wird man durch einige leichte geometrische Betrachtungen aus der größten Krümmung, wie sie im Februar und August statt hat, jene Neigung ableiten können. Man hat so gefunden, daß die Länge des aufsteigenden Knotens des Sonnenäquators 257° 50′ und die Neigung desselben gegen

die Ekliptik nahe 7°18′ ist. Endlich bemerkte man, daß die Zeit, die ein Flecken braucht, seinen ganzen Umlauf zu vollenden, z. B. von einem Austritte aus dem rechten Sonnenrande bis zu dem nächstfolgenden Austritte aus demselben Rande nahe 27 Tage beträgt. Allein dieß ist noch nicht die wahre Rotationszeit der Sonne, denn da die Erde in ihrer jährlichen Bahn in 27 Tagen ebenfalls nahe 27° und zwar in derselben Richtung mit dem Flecken fortgerückt ist, so hat der Flecken in 27 Tagen nicht bloß den ganzen Umfang der Sonne von 360° sondern überdieß noch 27° zurückgelegt, und die wahre Rotationszeit der Sonne ist daher

$$\frac{27.360}{387} = 25{,}12 \text{ Tage. } (A).$$

Aber was ist dieser sonderbare Körper eigentlich? Ist er in der That das Feuermeer, welches er auf den ersten Blick zu seyn scheint, und wodurch unterscheidet er sich vorzüglich von den andern Körpern unseres Planetensystemes? — Die nähere Betrachtung jener Flecken wird uns darüber vielleicht einige Aufschlüsse geben.

Wenn die Sonne ein Feuer seyn soll, so muß es doch wenigstens ein ganz anderes, als unser irdisches Feuer seyn. Wie könnte man sonst das ewige Eis der höchsten Berggipfel, selbst in der heißen Zone erklären, die beynahe immer von den senkrecht auffallenden Strahlen der Sonne beschienen werden; oder wie sollte ein solches irdisches Feuer in einer so großen Entfernung von zwanzig Millionen Meilen noch Kraft genug besitzen, den Saft des Zuckerrohres zu sieden, und die Frucht des Brotbaumes zu kochen? Wir haben schon in dem ersten Buche (S. 66) gesehen, daß Licht und Wärme wahrscheinlich sehr verschiedene Stoffe sind, wenn sie gleich meistens beysammen angetroffen werden. Auch ist es bekannt genug, daß alle Körper unserer Erde eine größere oder kleinere Menge von Wärmestoff enthalten, welcher, sobald

er durch irgend eine Ursache aus ihnen hervorgezogen oder entbunden wird, das Gefühl der Wärme verursacht, und sich seiner äußerst flüchtigen Natur gemäß, auch anderen benachbarten Körpern mittheilt. Unter den verschiedenen Mitteln, diese latente Wärme der Körper zu erregen, kennt man die Reibung, die Veränderung der Form, und des Aggregatzustandes eines Körpers u. f. Aber das stärkste uns bekannte Entbindungsmittel des Wärmestoffes ist immer das Sonnenlicht selbst, und so ist es möglich, ja sogar sehr wahrscheinlich, daß die Strahlen der Sonne an sich selbst ganz kalt sind, und nur den Wärmestoff, der den Körpern unserer Erde eigenthümlich ist, entwickeln, und daß daher die vielleicht sehr verschiedene Temperatur, welche auf der Oberfläche der Planeten herrscht, nicht sowohl von der Sonne und ihrer Entfernung, sondern vorzüglich von dem Wärmestoffe, welchen diese Körper enthalten, oder vielmehr nur von der Fähigkeit dieser Planeten abhängt, jenen Wärmestoff durch die Sonnenstrahlen zu entbinden. Die Art, wie diese Entbindung vor sich geht, ist uns zwar noch unbekannt, aber es ist wahrscheinlich, daß das Licht durch seine große Schnelligkeit die feinsten Theile der Oberfläche der Körper in eine schnelle zitternde Bewegung versetzt, und dadurch eine ähnliche Wirkung hervorbringt, wie wir durch die Reibung dieser Oberflächen selbst zu erzeugen pflegen.

Die Physiker unserer Tage neigen sich wieder zu der von Huyghens und Euler aufgestellten Vibrationshypothese hin, nach welcher das Licht jedes leuchtenden Körpers bloß in einer vibrirenden Bewegung seiner kleinsten Theile bestehen soll, welche Bewegung den überall verbreiteten Aether mitgetheilt, und von diesem so, wie der Schall von der Luft, in wellenförmigen Bewegungen fortgepflanzt wird. Der früher von Newton aufgestellten Emanationshypothese, nach welcher das Licht eine eigene von den leuchtenden Körpern

ausströmende Materie ist, hat man unter anderen Einwürfen entgegengesetzt: daß die Sonne durch das immerwährende Ausströmen des Lichtes endlich an Masse verlieren, und an Größe abnehmen müßte, was von den Beobachtungen nicht bestätiget werden soll. Allein die Natur hat vielleicht unzählige Mittel, jenen Verlust, wenn er in der That statt hat, wieder zu ersetzen: das Zurückwerfen des Lichtes von den Planeten, die Annäherung der Kometen, deren viele bloß von Lichtstoff gewebt zu seyn scheinen; vielleicht selbst die unmittelbare Vereinigung mancher derselben mit der Sonne; das Licht der unzähligen andern Fixsterne, so daß unter den Körpern des Himmels nicht sowohl der Gewinn und Verlust des einzelnen, als vielmehr der gegenseitige Austausch aller zu betrachten ist. Uebrigens müßte jene Abnahme des Sonnendurchmessers sehr bedeutend seyn, um unseren Beobachtungen noch merklich zu werden. Wenn der wahre Durchmesser in der Folge von Jahrhunderten um 2276000 Fuß abnähme, so würde dieses in dem scheinbaren Durchmesser der Sonne noch nicht eine Verminderung von einer Secunde hervorbringen, und wenn dieser Durchmesser selbst täglich um einen Fuß abnähme, so würden volle 12000 Jahre nöthig seyn, eine Verminderung von zwey Secunden in dem scheinbaren Durchmesser zu erzeugen, und beynahe eben so groß ist noch die Ungewißheit unserer Kenntniß der wahren Größe der Sonne, selbst nach den neuesten Beobachtungen. Demungeachtet muß man wieder gestehen, daß jene Ausströmung des Sonnenlichtes mit der Zeit sehr bedeutend werden muß; selbst wenn man annimmt, daß die einzelnen Elemente eines jeden Sonnenstrahles vielleicht durch tausende von Meilen von einander entfernt sind, da das Sonnenlicht über 300000 mahl stärker, als das des Vollmondes, und nahe 800 Millionenmahl stärker als das des Sirius ist, und wenn man die Masse des Lichtes, welches sich in den leeren Raum ergießt, mit

dem wenigen vergleicht, welches unmittelbar die Planeten trifft, und zu ihrer Erhaltung und Erwärmung bestimmt ist. So würden z. B. auf der Peripherie des Erdbodens über 70000 Erden, jeder der unsern an Größe gleich, Raum haben, um von der Sonne dieselbe Masse von Licht und Wärme, wie wir selbst, zu erhalten, und dadurch das Leben der sie bewohnenden Geschöpfe zu sichern.

Vermuthlich ist das, was wir an der Sonne sehen, sehr von dem Innern derselben verschieden, und die nähere Beobachtung der Sonnenflecken macht es wahrscheinlich, daß die Sonne ein, unserem Planeten ähnlicher dunkler Körper ist, welchen aber eine leuchtende Hülle, eine Photosphäre rings umgibt. Nach Herschels Schätzungen beträgt die Höhe dieser Photosphäre über der Oberfläche des dunkeln Sonnenkörpers nahe 500 deutsche Meilen. So lange man die Sonne für ein bloßes Feuermeer ansah, hielt man jene dunklen Flecken für Kohlen und Schlacken, welche durch jenen gewaltigen Verbrennungsprozeß entstehen, und auf der Oberfläche der Flüssigkeit schwimmen. Als man aber von dieser gar zu sinnlichen Vorstellung zurückkam, glaubte man jene Erscheinungen besser dadurch zu erklären, daß jene Photosphäre, wie unser Ocean, einer immerwährenden Ebbe und Fluth, und wegen der schnellen Rotation der Sonne, großen Revolutionen unterworfen sey, durch welche zuweilen jenes Feuermeer an einzelnen Stellen der Oberfläche der Sonne die Spitzen der Berge, mit welchen der innere Kern der Sonne bedeckt ist, entblößt, die uns dann als dunkle Flecken erscheinen. Allein auch diese Erklärung mußte als unstatthaft verworfen werden, da genauere Beobachtungen es über allen Zweifel erhoben, daß jene Flecken nicht hervorragende Gebirge, sondern vielmehr wahre Vertiefungen in der Oberfläche der Sonne seyn müssen. Alle Flecken, selbst die von langer Dauer, sind beynahe immer-

währenden Veränderungen unterworfen; sie werden größer oder kleiner, vereinigen oder trennen sich, ändern ihre Gestalt und Farbe auf mancherley Art, und sind endlich oft so groß, daß sie über 6000 Meilen im Durchmesser haben, also unsere ganze Erde nahe viermahl an Größe übertreffen. Aber aller dieser Unordnungen ungeachtet erscheinen sie alle in ihrer Mitte vollkommen schwarz, und an ihrem Rande von einem aschgrauen Lichte umgeben, welches immer schwächer wird, je weiter es sich von der Mitte des Fleckens entfernt. Gleich nach ihrem Eintritte auf dem östlichen oder linken Sonnenrande bemerkt man jenen mittleren schwarzen Kern nicht oder nur undeutlich; wie aber nach einigen Tagen die Flecken sich der Mitte der Sonnenscheibe nähern, tritt jener Kern mehr hervor, wird in der Mitte der Sonne selbst am größten und nimmt wieder allmählig ab, wie die Flecken sich dem westlichen Rande der Sonne nähern. Solche Erscheinungen aber können nicht dunkle Bergspitzen, sondern nur Vertiefungeu, wahre Schlünde in der Sonnenatmosphäre darbiethen, deren Seitenwände nicht steil, sondern sanft abhängend sind. Der schwarze Kern in ihrer Mitte ist der dunkle Boden des Schlundes, der durch irgend eine gewaltsame Trennung oder Oeffnung der Sonnenatmosphäre an dieser Stelle entstand, und uns den inneren dunklen, von jener Atmosphäre entblößten Theil der Sonne sehen läßt. Da dieses Abfließen der Atmosphäre von einem Punkte wahrscheinlich nach allen Richtungen statt hat, und so gewaltsam es auch seyn mag, doch nur stufenweise geschehen kann, so ist der Rand dieses Kraters noch mit einer dünnen Hülle der Atmosphäre bedeckt, die immer dünner wird, je mehr sie sich von der Mitte des Schlundes entfernt, wodurch der aschgraue Rand erklärt wird, welcher alle Flecken umgibt. Bestätiget wird diese Erklärung Herschels noch dadurch, daß man in der Nähe jener dunkeln Flecken häufig andere Stel-

len in der Sonne sieht, die sich durch ihr stärkeres Licht auszeichnen, wahre Lichtflecken oder Fackeln, die wohl nur von der Anhäufung der Lichtmaterie kommen können, welche die Stellen, wo die dunklen Flecken entstehen, verlassen, und in ihrer Nachbarschaft sich zu hohen Lichtgebirgen aufgethürmet hat. Endlich hat man noch jene dunklen Flecken zur Zeit ihrer Ein- oder Austritte aus dem Sonnenrande als wirkliche Einschnitte in diesem Rande beobachtet. Schröter sah ein großes Ringgebirge auf der Oberfläche der Sonne, und ein von jenen eingeschlossenes tiefes kraterförmiges Thal; nach seinen Messungen betrug die Höhe des Gipfels dieses Gebirges über den untersten Boden des Kraters 217 deutsche Meilen. Es ist aber schwer, diesen Messungen auch nur einige Genauigkeit zu geben.

Die Revolutionen, welche auf dieser Photosphäre der Sonne vor sich gehen, sind so groß, daß unsere Stürme, Vulcane und Erdbeben ganz gegen sie verschwinden. So hat man durch die Sonnenflecken, die wahrscheinlich nur Producte jener Revolutionen sind, häufige Bewegungen auf der Oberfläche der Sonne bemerkt, die so schnell sind, daß sie nur von dem Lichte übertroffen werden, wie jener von dem Jahre 1800, der sich in einer Secunde durch nahe 60 Meilen bewegte, eine Geschwindigkeit, die jene des Schalles in unserer Atmosphäre über 1200mahl, und die unserer heftigsten Orkane über 13000mahl übertrifft. Weniger sicher ist die Beobachtung eines Fleckens am 24. May 1802, welcher sich in einer Viertelstunde über den 4. Theil der ganzen sichtbaren Sonnenscheibe, also in einer Secunde 82 Meilen bewegt haben soll. — Durch gute Fernröhre erblickt man ihre Oberfläche nie ganz glatt, sondern immer voll Erhöhungen, Vertiefungen und veränderlichen Adern. Eine vorzügliche Ursache dieser Revolutionen mag die schnelle Rotation der Sonne seyn, da jeder Punkt des Sonnenäquators sich nahe vier-

mahl geschwinder, als ein Punkt unseres Erdäquators bewegt, daher auch beynahe alle Flecken nur in der Nähe des Aequators gefunden werden. Uebrigens sind vielleicht die schwarzen Stellen, welche uns die Mitte der Flecken zeigen, noch nicht der eigentliche Kern, sondern nur eine der unsrigen ähnliche dunkle Atmosphäre der Sonne, unter welcher die eigentlichen Bewohner der Sonne, ungeblendet von dem heftigen Lichte ihrer äußeren Photosphäre, und geschützt vor der zu großen Hitze desselben, ihre Tage glücklich und zufrieden leben, obschon sie weder die Abwechselung unserer Tage und Nächte, noch die unserer Jahreszeiten kennen mögen, weil sie nach allen Seiten von der Quelle des Lichtes und der Wärme umgeben sind. Eine ähnliche doppelte Atmosphäre, von denen die obere leuchtend, und die untere dunkel ist, werden wir auch bey den meisten Cometen bemerken, und unsere Nordlichter und andere Erscheinungen in den größeren Höhen unserer eigenen Atmosphäre lassen auch bey den Planeten ähnliche obschon viel schwächere phosphorescirende äußere Hüllen derselben vermuthen. Am wenigsten Vortheil von ihrer Lage in dem Mittelpunkte des Weltsystemes mögen wohl ihre Astronomen ziehen, da sie, durch jene Lichthülle gehindert, von dem Daseyn der Planeten und Cometen wahrscheinlich gar nichts wissen, und den gestirnten Himmel in seiner Schönheit nur durch die Oeffnungen erblicken können, welche jene gewaltsamen Erschütterungen in ihrer Photosphäre zuweilen erzeugen.

Noch dürfen wir hier der Meinung erwähnen, nach welcher die Sonnenflecken auf unsere Witterung Einfluß haben sollen, eine Meinung, die aber noch zu wenig gegründet ist, um unsere Besorgnisse zu erregen. Gewöhnlich erscheinen diese Flecken in bestimmten Perioden, und oft entdeckt man Jahre lang keinen bedeutenden, während sie sich in anderen Zeiten meistens in einer großen Anzahl zeigen, ohne daß man

doch einen unbezweifelten Zusammenhang ihres Erscheinens und Verschwindens mit unserer Witterung hätte auffinden können. Wenn die Sonne, wie es nach unverbürgten Nachrichten der Geschichtschreiber in den Jahren 535 und 626 nach Chr. Geburt geschehen seyn soll, eine lange Zeit mit großen dunklen Flecken beynahe zur Hälfte bedeckt war, oder wenn man die von Herschel aufgestellte Vermuthung sich erlauben dürfte, daß die eine Hälfte der Sonne mehr Lichtstoff ausströme, als die andere, so würden die Folgen solcher Erscheinungen in unserer Witterung allerdings merkbar werden.

Außer dieser Bewegung der Sonne an sich selbst ist jener Centralkörper noch zwey anderen Bewegungen unterworfen; von welchen wir hier noch kurz sprechen wollen. Da, wie wir in dem zweyten Buche gesehen haben, die Ursache der Bewegung aller Planeten die Anziehung der Sonne ist, und da diese Anziehung im Allgemeinen der Masse der Sonne proportionirt ist, so müssen auch die Planeten, da auch sie eine, obschon viel geringere Masse haben, wieder rückwärts auf die Sonne wirken, und auch diese in Bewegung setzen. So wie z. B. die Erde durch die Anziehung der Sonne jährlich einen Kreis um jenen Centralkörper beschreibt, eben so wird auch der Mittelpunkt der Sonne, durch die Anziehung der Erde in Bewegung gesetzt, jährlich einen Kreis beschreiben aber einen viel kleinern Kreis, dessen Halbmesser sich nähmlich zu jenem verhält, wie die Masse der Erde zu jener der Sonne, d. h. wie die Einheit zu 337000. Der Halbmesser der Erdbahn beträgt nahe 20000000 Meilen, also wird der Halbmesser jener Bahn des Sonnenmittelpunktes nur 60 Meilen betragen. Der eigentliche Mittelpunkt der Bewegungen beyder Körper ist daher der gemeinschaftliche Schwerpunkt derselben, und da dieser Schwerpunkt nur 60 Meilen, oder nur den 1560sten Theil ihres Halbmessers von dem

Mittelpunkte der Sonne entfernt ist, so wird daraus nicht sowohl eine fortschreitende, als eine rotirende, eine schwankende Bewegung der Sonne entstehen. Einen ähnlichen kleinen Kreis beschreibt der Mittelpunkt der Sonne ebenfalls durch die Anziehung der anderen Planeten, und man sieht, daß daraus für diese Bewegung der Sonne eine sehr verwickelte krumme Linie entstehen muß, deren Berechnung aber glücklicher Weise unnöthig ist, da die Astronomen nicht die absoluten Bahnen der Planeten im Raume, sondern nur ihre relativen gegen die Sonne zu betrachten pflegen, und daher bey der Berechnung jeder Planetenbahn nicht die Sonnenmasse allein, sondern die Summe ihrer Masse und der der Planeten zu Grunde legen, wodurch jene eigene Bewegung der Sonne aus den Berechnungen gleichsam eliminirt wird.

Die Rotation der Sonne, welche wir oben näher betrachtet haben, kann (I. S. 370) ihre Ursache nur in einem ursprünglichen Stoße haben, dessen Richtung nicht durch den Mittelpunkt der Sonne ging. Allein ein solcher Stoß, der eine drehende Bewegung hervorbringt, mußte zugleich auch eine fortschreitende Bewegung des Mittelpunktes der Sonne erzeugen, und es ist daher nicht zu zweifeln, daß die Sonne außer jenen beyden bisher betrachteten Bewegungen, auch noch eine habe, in welcher sie wahrscheinlich das ganze System der ihrer Macht unterworfenen Planeten und Cometen durch den unendlichen Raum des Himmels mit sich zieht. Da man außer den allen Fixsternen gemeinschaftlichen Bewegungen, die wir unter den Benennungen der Präcession, Nutation und Aberration kennen gelernt haben, noch an vielen derselben eine andere, meistens sehr geringe Bewegung bemerkt hat, deren Gesetze man nicht kennt, deren Richtungen aber, nach der Meinung einiger Astronomen etwas gemeinschaftliches haben, so glaubten diese ihre wahre Ursache nicht in einer eigenen Bewegung dieser Gestirne, son-

dern nur in jener progressiven Bewegung unserer Sonne und dadurch unseres ganzen Planetensystems suchen zu müssen. Herschel wollte aus seinen zu diesem Zwecke häufig angestellten Beobachtungen gefunden haben, daß diese Bewegung unseres Systems gegen das Sternbild des Herkules gerichtet sey; allein genauere Untersuchungen haben diese Meinung nicht bestätiget, und es wird uns vielleicht noch lange nicht möglich seyn, von dieser Bewegung, deren Existenz übrigens nicht zu bezweifeln ist, die Größe oder die Richtung anzugeben.

Anmerkung zum ersten Capitel.

A) Kennt man die geocentrische Länge λ und Breite β eines Fleckens aus einer Beobachtung, so erhält man daraus die heliocentrische Länge und Breite l und b durch folgende Ausdrücke

$$\text{Sin}\, b = \frac{R}{r} \,\text{Sin}\, \beta$$

$$\text{Sin}\, (l - \lambda) = \frac{R}{r \cos b} . \,\text{Sin}\, (L - \lambda)$$

wo L die heliocentrische Länge der Erde für die Zeit der Beobachtung, R die Entfernung der Erde von der Sonne, und r der Halbmesser der Sonne ist. Dieses vorausgesetzt, suche man die Größen x y z durch die Gleichungen

$$x = r \cos b \,\text{Cos}\, l$$
$$y = r \cos b \,\text{Sin}\, l$$
$$z = r \,\text{Sin}\, b$$

Ein zweyte Beobachtung des Fleckens wird durch eine der vorhergehenden ganz ähnliche Behandlung die Größen x' y' z', und eine dritte eben so x'' y'' z'' geben. Kennt man diese neun Größen x, y, z, x', . . . so suche man die Größen A, B, C, durch die Gleichungen

$$z = Ax + By + C$$
$$z' = Ax' + By' + C$$
$$z'' = Ax'' + By'' + C.$$

Nennt man dann n die Neigung des Sonnenäquators gegen die Ekliptik und k die Länge des aufsteigenden Knotens dieses Aequators, und d die heliocentrische Declination des Fleckens, so hat man

$$\text{Tang } n = \sqrt{A^2 + B^2}$$

$$\text{Tang } k = -\frac{A}{B}$$

$$\text{Sin } d = \frac{C}{r} . \text{Cos } n$$

Um endlich noch die Rotationszeit T der Sonne zu finden, sey $D = \sqrt{(x'' - x)^2 + (y'' - y)^2 + (z'' - z)^2}$ und

$$\text{Sin } \frac{E}{2} = \frac{D}{2r . \text{Cos } d}$$

so hat man, wenn t die Zeit zwischen der ersten und dritten Beobachtung bezeichnet,

$$T = 360 . \frac{t}{E}$$

Die vorhergehenden Ausdrücke enthalten die einfachste Auflösung dieser interessanten Aufgabe. Da die Sonne für ihre Größe eine so schnelle Rotation hat, so sollte man, nach der Analogie mit den andern Körpern unseres Planetensystems, auch eine beträchtliche Abplattung an ihren Polen vermuthen. Allein Lindenau fand vielmehr das Gegentheil und aus 2000 Beobachtungen Maskelynes leitete er für die mittlere Distanz der Sonne ihren Polardurchmesser 32′5″.82 und den Durchmesser ihres Aequators 32′ 1″.10 ab. Sind diese Resultate richtig, so kann die Oberfläche der Sonne mit keiner flüssigen Materie bedeckt seyn, weil bey einer an den Polen länglichten Gestalt das Gleichgewicht einer flüssigen Oberfläche nicht bestehen könnte. (I. S. 369). Aus diesen Beobachtungen Maskelynes leitete Lindenau auch eine allmählige Abnahme des Sonnendurchmessers ab; aber diese Abnahme scheint mehr in einer durch das Alter verminderten Reizbarkeit des Auges für den Eindruck des Lichtes zu liegen, da andere Beobachter, wie Bradley, Piazzi, jene Hypothese nicht bestätigen.

Zweytes Capitel.

Merkur.

Dieser kleinste aller Planeten ist der Sonne, von deren Lichte er verdunkelt wird, zu nahe, um seine Oberfläche und die physischen Eigenschaften derselben genau untersuchen zu können. Beynahe alles, was uns davon bekannt geworden ist, verdanken wir den unermüdlichen Bemühungen, und den vorzüglichen Fernröhren unsers Schröters. Da sich Merkur nie über 29 Grade von der Sonne entfernt, (1. S. 93) so kann er nur in der Nähe der Dämmerung gesehen werden. Die Alten sind es wohl nur dem heiteren Himmel Aegyptens und Asiens, und vielleicht der größeren Schärfe ihrer Augen, von welcher besonders der ältere Plinius so viel zu rühmen weiß, schuldig, daß sie diesen Planeten mit unbewaffneten Augen nicht bloß sehen, sondern auch beobachten konnten, und Kopernikus soll noch auf seinem Sterbebette getrauert haben, daß es ihm in seinem ganzen Leben nie gelungen ist, diesen Planeten zu sehen.

Man erkennt ihn an seiner hellweißen Farbe und dem blendenden Lichte, gegen welches selbst das des Jupiters, wenn er, wie am vierten Julius 1801 mit Merkur zugleich in dem Felde des Fernrohres ist, nur bleich und gleichsam dämmernd erscheint, daher man ihn, um ihn gut zu sehen, in lichtstarken Fernröhren durch gefärbte Blendgläser betrachten muß, wo er, nach seinem verschiedenen Stande gegen Sonne und Erde, unter eben solchen Lichtwechseln, Phasen, wie unser Mond erscheint.

Obschon der nächste an der Sonne, so ist er doch im Mittel noch nahe acht Millionen Meilen von ihr entfernt, oder 160 mahl mehr, als der Mond von der Erde. Da aber

die Excentricität seiner Bahn sehr groß ist, und 1602500 Meilen beträgt, so ist seine Entfernung von der Sonne sehr verschieden, und zwischen den Gränzen von 6 und $9\frac{1}{2}$ Millionen Meilen eingeschlossen. Seine Entfernung von der Erde aber kann nach seinem verschiedenen Stande $10\frac{4}{10}$ bis $29\frac{8}{9}$ Millionen Meilen betragen.

Sein Durchmesser beträgt 580 Meilen, also nur den dritten Theil des Durchmessers der Erde, oder den 33sten Theil des Durchmessers Jupiters, aus welchem letztern sich daher 36000 dem Merkur gleich große Kugeln bilden ließen. Dieser Durchmesser erscheint uns, wenn er uns am nächsten ist, unter dem Winkel von 11."6, und in seiner größten Entfernung von der Erde, unter dem kleinen Winkel von 4".0. Aus der Sonne gesehen erscheint er in seiner mittlern Entfernung unter dem Winkel von 15", also nahe eben so groß, als die Erde. Dagegen sieht er den Durchmesser der Sonne 4980 Secunden, oder die ganze Sonnenscheibe erscheint den Bewohnern Merkurs $6\frac{2}{3}$ mahl größer, als denen der Erde.

Er vollendet seine Bahn um die Sonne in 87.96926 Tagen, und dreht sich zugleich in 1.003 Tagen um seine Axe, Die Neigung seines Aequators gegen die Ebene seiner Bahn beträgt zwanzig Grade, ist also nahe unserer Schiefe der Ekliptik gleich, daher der Unterschied der Jahreszeiten auf dem Merkur auch nahe derselbe mit dem der Erde seyn mag.

Schröter beobachtete Berge auf diesem Planeten, die 58000 Fuß Höhe haben, also dreymahl größer sind, als der Chimborasso, und im Verhältniß der Halbmesser Merkurs und der Erde, nahe achtmahl größer, als unsere höchsten Berge. Diese Berge bilden ganze große Züge von 40 Meilen Breite und 80 Meilen Länge, und die meisten und höchsten dieser Gebirge finden sich, wie beynahe bey allen Planeten, auf der südlichen Hämisphäre.

Derselbe Beobachter bemerkte endlich auch, obschon sehr

selten, Verdunklungen einzelner Theile der Oberfläche, die schnell entstanden, Ort und Gestalt veränderten, und oft nach wenigen Stunden wieder verschwanden, also eigentliche Wolkenzüge, welche sich oft über eine Strecke von mehreren hundert Meilen verbreiteten. Merkur ist daher, so wie unsere Erde, mit einer Atmosphäre umgeben.

Auch ist die Lichtgränze seiner Phasen nicht scharf abgeschnitten, wie bey unserem Monde, sondern das Licht der beleuchteten Seite nimmt an dieser Gränze nur durch allmählige Abstufungen ab, bis es sich endlich ganz in den Schatten der Nacht verliert. In dieser Lichtgränze liegen nähmlich die Gegenden, welche die Sonne eben in ihrem Horizonte haben, welchen sie eben auf- oder untergeht, und für diese Gegenden nehmen die Sonnenstrahlen einen längern Weg durch die Atmosphäre Merkurs, als für jene, welche näher am Mittage sind, daher auch wir am Morgen und Abend die Sonne ungeblendet von ihrem, durch die Atmosphäre sehr geschwächten Lichte betrachten können.

Obschon Merkur von der Sonne eine beynahe siebenmahl stärkere Beleuchtung erhält, als unsere Erde, so kann die dadurch entstehende Hitze doch durch die vielen hohen Berge mit ihren langen Schatten, durch den schnellen Wechsel der vier Jahreszeiten, deren jede nur drey unserer Wochen dauert, und durch die vielleicht sehr dünne Atmosphäre sehr gemildert, und dadurch eine Witterung hervorgebracht werden, welche einem immerwährenden Frühlinge unter einem Himmel gleicht, der nur selten durch Wolken und Stürme getrübt wird.

Wenn Merkur in seiner unteren Conjunction zwischen Sonne und Erde durchgeht, und seinem Knoten bis auf 3°28′ nahe steht, so erscheint er als ein runder schwarzer Flecken auf der Sonnenscheibe. Bey der gegenwärtigen Lage seiner Knoten können jetzt diese Durchgänge bey dem aufstei-

genden Knoten nur im October, und bey dem absteigenden nur im Aprill statt haben.

Kepler kündigte der erste im Jahre 1627 aus seinen von ihm selbst verfertigten Tafeln Merkurs einen Durchgang dieses Planeten für das Jahr 1631 an, den auch Gassendi den 7. Nov. dieses Jahres in Paris beobachtete. Der zweyte wurde 1651 den 3. Nov. von Shakerley zu Surate in Ostindien; der dritte 1661 den 3. May von Hevel in Danzig, und der vierte 1677 von Halley auf der Insel St. Helena beobachtet. Ueberhaupt sind bisher 21 solcher Durchgänge gesehen worden.

Die nächst künftigen werden 1832 im Aprill, 1835 im October, 1845 im Aprill, 1848 im October, und 1861 im October statt haben. Man fand, daß diese Durchgänge in bestimmten Perioden wiederkommen, die in $2\frac{1}{2}$, $3\frac{1}{2}$, 6, 7, $9\frac{1}{2}$ und 13 Jahren, also auch in $7+13=20$, $6+7+13=26$, $26+7+13=46$, oder $46+26+7=263$ Jahren u. s. f. bestehen, von welchen Perioden die letzte die genaueste ist. Welchen Nutzen man von den Beobachtungen dieser Durchgänge gezogen hat, werden wir in dem folgenden Capitel sehen.

Drittes Capitel.

Venus.

Man erkennt diesen schönsten der Planeten an seinem blendenden hellweißen Lichte, welches ihn oft selbst bey Tage sichtbar macht, und so stark ist, daß es bey Nacht an den von ihm beschienenen Körpern einen kenntlichen Schatten wirft. Er entfernt sich nie über 48 Grade von der Sonne (I. S. 93) kann also nie um Mitternacht, sondern

nur vor Sonnenaufgang in der Nähe der Morgendämmerung, und nach Sonnenuntergang in oder nach der Abenddämmerung sichtbar seyn, daher seine Benennung des Morgen- und Abendsterns (Phosphorus und Hesperus bey den Griechen) eine Benennung, auf welche übrigens, wie wir (I. S. 96) gesehen haben, Merkur ebenfalls Ansprüche hat, obschon es besonders bey dem letzten den ersten Beobachtern nicht leicht geworden seyn mag, die Identität dieser beyden abwechselnd Morgens und Abends erscheinenden kleinen Gestirne zu erkennen.

Venus vollendet ihren siderischen Umlauf um die Sonne in 224.7008 Tagen. Die Excentricität ihrer Bahn ist nur 99850 Meilen, also die kleinste unter allen, so wie die des Merkurs unter allen Excentricitäten der älteren Planeten die größte ist. Ihre mittlere Entfernung von der Sonne, die 14570000 Meilen beträgt, ist daher nur geringen Aenderungen unterworfen; desto größere leidet aber ihre Entfernung von der Erde, welche von $5\frac{1}{8}$ bis $35\frac{3}{20}$ Millionen Meilen betragen kann, daher auch ihr scheinbarer Durchmesser von 9″6 bis 65″6 sich ändert.

In der oberen Conjunction ist ihr scheinbarer Durchmesser fünfmahl kleiner, als jener des Jupiters, in der unteren Conjunction aber, wo sie der Erde am nächsten ist, übertrifft sie an Größe nicht nur Jupiter, sondern selbst den Ring des Saturns.

Ihre große Nähe ist die Ursache, daß man die Lichtänderungen, die jenen unseres Mondes ähnlich sind, oder ihre Phasen schon mit einem sehr schwachen Fernrohre deutlich erkennt. Ihren größten Durchmesser 65″6 hat Venus in ihrer unteren Conjunction, wenn sie zwischen Erde und Sonne steht, und daher der Erde am nächsten ist; allein in dieser Lage kehret sie ihre von der Sonne beleuchtete Seite ganz von uns ab, ist daher für uns ohne Licht. In der oberen

Conjunction, wenn die Sonne zwischen Venus und Erde ist, ist zwar ihre ganze von der Sonne beleuchtete Scheibe gegen die Erde gekehrt, und sie erscheint uns daher in ihrem vollen Lichte, aber da sie zugleich in ihrer größten Entfernung von der Erde ist, so wird ihre Beleuchtung in dieser Lage nicht die größte seyn. Man kann durch Berechnung finden, daß diese größte Beleuchtung dann statt hat, wenn nahe 70 Tage vor oder nach ihrer unteren Conjunction, ihre geocentrische Entfernung von der Sonne 39° 43′ beträgt, obgleich ihr Durchmesser dann nur 38 Secunden hat, und ihre uns zugewendete Scheibe nur halb beleuchtet ist. Nach Lamberts Berechnungen ist ihr Licht zu dieser Zeit nur 3000 mahl schwächer als das des Vollmondes. Dieser Lichtstärke wegen, wird sie dann genauer in der Dämmerung beobachtet, als zur Zeit der völligen Nacht, wo ihr Licht zu sehr blendet.

Die absolute Größe ihres Durchmessers ist 1633 Meilen, also nur 86 Meilen kleiner, als der Durchmesser der Erde. Ihre Masse ist schwer genau zu bestimmen: nach den meisten Untersuchungen ist sie der 0.94te Theil der Erdmasse oder 356600mahl kleiner als die Masse der Sonne. Die Dichte dieser Masse ist nur $\frac{1}{10}$ größer, als die Dichte der Erde, daher auch die Schwere auf ihrer Oberfläche nur wenig von der auf der Erde verschieden seyn wird. Nach den neuesten Bestimmungen verhält sich der Fall der schweren Körper in der ersten Secunde auf der Venus zu dem auf der Erde, wie 1.05 zur Einheit.

Da die Lichtgränze der Venus nie rein abgeschnitten, sondern sehr uneben erscheint, so werden auch auf ihrer Oberfläche, wie auf jener Merkurs, Berge und Thäler mit Ebenen abwechseln. Besonders deutlich erkennt man ihre Wirkung an den beyden Enden der sichelförmigen Phasen, die bald zurück, bald voraus stehen, und mehr spitz oder abgerundet erscheinen, nachdem sie einem hohen Berge oder einem

tiefen Thale begegnen. Auch bemerkt man oft noch in beträchtlicher Entfernung von der Lichtgränze in der Nachtseite der Venus, isolirte hellleuchtende Punkte, hohe Berge, deren Gipfel schon von der aufgehenden Sonne vergoldet werden, während ihr Fuß noch in dem Schatten der Nacht liegt. Schröter fand unter diesen Bergen mehrere, deren Höhe gegen sieben Meilen beträgt, und auch hier entdeckte er die meisten und höchsten derselben auf der südlichen Hämisphäre, wo sie, wie unsere Cordilleren, oft Ketten von 200 Meilen Länge bilden.

Die regelmäßigen Abwechselungen der Phasenspitzen und jener isolirten Lichtpunkte, deren Perioden nahe einen unserer Tage umfaßt, gaben ein sicheres Mittel, die Rotationszeit der Venus um ihre Axe zu bestimmen. Schon Dr. Cassini fand im Jahr 1666 diese Zeit gleich $23^h\ 20'$, und Schröter aus sehr vielen und lang fortgesetzten Beobachtungen $23^h\ 21'\ 19''$. Der Aequator dieses Planeten soll nach einigen, aber nicht verläßlichen Beobachtungen volle 72 Grade gegen die Ebene der Bahn geneigt seyn, so daß daher die Schiefe der Ekliptik der Venus mehr als dreymahl größer seyn würde, als die der Erde.

Cassini und Bianchini wollen auf der Scheibe der Venus Flecken, denen unserer Sonne ähnlich, gesehen haben, die aber Schröter, seiner viel bessern Fernröhre und seiner lang fortgesetzten Beobachtungen ungeachtet nie, sondern eine nur zuweilen (in siebenzehn Jahren nur viermahl) äußerst schwache und bald vergängliche Spur von nebelartigen oder wolkigen Flecken bemerkt hat. Dieses setzt also einen viel heiterern Himmel und also auch weniger Wasser auf der Oberfläche der Venus, als bey uns, voraus, weil es sonst wohl nicht an häufigeren Wolken fehlen würde.

Dagegen setzen die Beobachtungen Schröters das Daseyn einer Atmosphäre der Venus außer Zweifel, wie aus

der beobachteten starken Dämmerung, und aus dem stufenweisen Uebergange der beleuchteten Seite in die dunkle folgt. Die Höhe dieser Atmosphäre bis zu der Gränze, wo sie noch das Licht merklich zurückwirft, um eine Dämmerung hervor zu bringen, schätzt Schröter auf 39000 Fuß, während sie bey der Erde nur 28000 Fuß beträgt.

Die dunkle Seite dieses Planeten, vorzüglich zu der Zeit, wenn der beleuchtete Theil nur wie ein feiner Lichtfaden erscheint, ist gewöhnlich von einem eigenen sanften Lichtschimmer beleuchtet, wie der Mond in den ersten Tagen nach dem Neumonde. Die Ursache dieser Erscheinung ist uns noch unbekannt, sie scheint aber in einem eigenen phosphorescirenden Lichte zu liegen, welches der Oberfläche der Venus und vielleicht auch noch mehreren anderen Planeten und Cometen eigenthümlich zukömmt.

Mehrere Astronomen, Fontana im Jahr 1645, Cassini zweymahl, Montaigne viermahl und eben so Horrebow in Koppenhagen u. a. wollen einen Mond um die Venus beobachtet haben, und Lambert hat aus den angezeigten Beobachtungen desselben die Elemente und Tafeln dieses Mondes berechnet; allein spätere Beobachtungen haben sein Daseyn nicht bestätiget, so wie er auch bey den zwey Durchgängen der Venus vor der Sonne, in den Jahren 1761 und 1769, wo er den Astronomen kaum hätte entgehen können, nicht gesehen wurde. Man hält daher jene Erscheinung für eine optische Täuschung, die durch den Reflex des starken Lichtes der Venus von den Gläsern des Fernrohres verursacht wurde.

Aus dem Vorhergehenden folgt, daß Venus im Allgemeinen unserer Erde sehr ähnlich ist, da sie nahe dieselbe Größe, Masse, Dichte, eine der unsrigen ähnliche Atmosphäre, und endlich auch nahe dieselbe Rotationszeit um ihre Axe hat. Aber die große Neigung ihres Aequators gegen ihre Bahn wird allein hinreichen, eine beträchtliche Verschiedenheit zwi-

schen beyden Planeten heraufzuführen, wenn diese auch nicht schon durch den Mangel an Wasser und Wolken in der Atmosphäre der Venus, und durch die Abwesenheit eines Mondes hinlänglich begründet wäre. Wegen dieser großen Schiefe der Ekliptik von 72 Graden erstreckt sich auf der Venus die heiße Zone, in welcher die Sonne wenigstens einmahl im Jahre im Zenithe des Beobachters steht, bis auf 18 Grade von den beyden Polen. Da aber auch einem großen Theile dieser Zone die Sonne im Winter durch mehrere Monathe gar nicht aufgeht, so wird man diese Gegenden zugleich zu der kalten Zone zählen müssen, oder beyde Zonen vermischen sich auf jenem Planeten, so daß für die gemäßigte beynahe nichts übrig bleibt. Selbst in der Mitte der Polarzonen oder in den Polen selbst kann sich die Sonne noch bis zu einer Höhe von 72 Graden erheben, und die Bewohner des Aequators, in der Mitte der heißen Zone, werden im Winter die Sonne nur in der geringen Höhe von 18 Graden über ihrem Horizonte erblicken, durch welche Erscheinungen in dem Klima und den Jahreszeiten jener Planeten Veränderungen erzeugt werden müssen, die den Bewohnern der Erde ganz unbekannt sind.

Wenn die untere Conjunction in der Nähe der Knoten statt hat, so sieht man Venus als einen runden schwarzen Flecken auf dem lichten Grunde der Sonnenscheibe von Osten nach Westen vorübergehen. Die Beobachtung eines solchen Durchganges der Venus vor der Sonne gehört zu den wichtigsten und genauesten, aber auch seltensten in der ganzen Sternkunde, und es wird daher erlaubt seyn, sie hier etwas genauer zu betrachten.

Venus geht zwar alle neunzehn Monathe einmahl zwischen Sonne und Erde durch, aber wegen der Neigung ihrer Bahn gegen die Ekliptik, und wegen ihrer großen Nähe bey der Erde geht sie dann meistens entweder über oder un-

ter der Sonne vorbey, und sie kann nur dann vor der Sonne selbst gesehen werden, wenn ihre Entfernung vom Knoten nicht größer ist als 1° 49′. Bey Merkur ist diese Gränze gleich 3° 28′ daher die Durchgänge Merkurs viel häufiger sind, als die der uns näheren Venus.

Die Perioden, welche die Durchgänge der Venus von einander trennen, enthalten nach der Ordnung 8, 105½, 105½ + 8 = 113½, 113½ + 8 = 121½, 121½ + 8 = 129½ Jahre u. s. f. Die Jahre der nächst vergangenen und künftigen Jahrhunderte, in welchen eine solche Erscheinung statt hat, sind: 1631, 1639, 1761, 1769, 1874, 1882, 2004 und 2012. In dem 1, 2, 5 und 6ten dieser Jahre fiel der Durchgang in den Monath December, in allen übrigen in den Junius. Seit dem Anfange unserer Zeitrechnung gab es beynahe dreyßig Durchgänge, von welchen aber nur zwey gehörig beobachtet worden sind, weil unsere Vorgänger weder Fernröhre, noch genaue Venustafeln hatten, durch welche sie diese Erscheinung voraus hätten bestimmen können, und weil sie auch die Wichtigkeit dieser Beobachtungen nicht kannten. Kepler war der erste, der aus seinen eigenen Tafeln die Durchgänge für 1631 und 1639 ankündigte: jener wurde nicht gesehen, so sehr sich auch Gassendi darum bemühte; der zweyte wurde allein von Horrox zu Hoole in England beobachtet, einem jungen Manne, welcher den Wissenschaften durch einen viel zu frühen Tod entrissen wurde, und von dem Newton selbst mit Achtung als von einem Talente des ersten Ranges sprach. Acht und dreyßig Jahre später beobachtete der berühmte Astronom Edmund Halley im Jahre 1677 den Durchgang Merkurs in St. Helena, und hier war es, wo er die große Wichtigkeit dieser Beobachtung erkannte, die er bald darauf der k. Akademie der Wissenschaften in London in einer Abhandlung vorlegte, aus welcher wir hier einige Stellen mittheilen:

„Es gibt manche Dinge, die dem großen Haufen parador, ja ganz unglaublich scheinen, und die doch mit Hülfe der Rechnung ohne Mühe aufgelöst werden können. Nicht leicht wird etwas für höher und schwerer gehalten werden, als die genaue Bestimmung der Entfernung der Sonne von der Erde, und doch läßt sich diese Entfernung, wenn man nur die rechten Orte für die Beobachtung und die rechte Methode für die Berechnung derselben anwendet, ohne viele Schwierigkeit, und zwar wenigstens bis auf ihren fünfhundertsten Theil genau bestimmen, wie ich den jungen Astronomen zeigen werde, die vielleicht noch leben, wenn die Zeit jener Beobachtungen herankommen wird. — Ich bin nicht gesonnen, meine Ansicht dieser Sache wegen der Authorität derjenigen, wie groß sie auch seyn mag, zu ändern, welche die Entfernung der Sonne oder ihre Parallare durch unmittelbare Messungen an ihren Instrumenten bestimmen wollen, denn bey diesem Verfahren wird man die gesuchte Parallare bald Null, bald sogar negativ, d. h. die Entfernung der Sonne bald unendlich, bald sogar größer als unendlich finden, was absurd ist. In der That ist es, die Wahrheit zu gestehen, sehr schwer, in irgend einer Beobachtung noch die einzelne Secunde zu bestimmen, so vortrefflich auch das dazu gebrauchte Instrument seyn mag, und so darf man sich auch nicht verwundern, daß eine so äußerst feine Untersuchung selbst die scharfsinnigsten Bemühungen so geschickter Beobachter gänzlich vereitelt hat. Ich hatte bey meinem Aufenthalte auf St. Helena, wo ich mich mit einem Catalog der südlichen Firsterne beschäftigte, Gelegenheit, einen Durchgang Merkurs vor der Sonne zu beobachten, der über meine Erwartung gut gelang, da ich mit einem Fernrohre von zwanzig Fuß die Zeit zwischen dem Ein- und Austritte Merkurs bis auf eine Secunde genau bestimmte. Denn der Lichtfaden, der zwischen dem dunklen Planeten und der Sonnenscheibe, bey der inneren Berüh-

rung beyder Ränder entsteht, kann sehr genau gesehen werden, obschon er ungemein fein ist, und selbst bey der äußeren Berührung scheint der erste und letzte schwarze Punkt auf der Sonne bey dem Eintritte und Austritte der Planeten beynahe urplötzlich zu entstehen. Als ich dieß bemerkte, fiel mir sogleich ein, daß durch diese Art von Beobachtungen die Sonnenparallaxe auch sehr genau bestimmt werden könnte, wenn nur Merkur näher bey der Erde wäre, oder was dasselbe ist, wenn die Differenz der Parallaxe beyder Gestirne größer wäre. Aber diese Differenz der Parallaxe ist immer kleiner, als die Sonnenparallaxe, die wir suchen, also sind auch die Durchgänge Merkurs, wenn sie gleich sehr oft vorfallen, doch zu jenem Zwecke nicht geschickt. Aber die Parallaxe der Venus, die uns viel näher kömmt, ist beynahe viermahl größer, als die Sonnenparallaxe, und dieser Unterschied wird schon sehr merklich auf die Zeiten einwirken, in welcher Venus von verschiedenen Punkten der Erde in die Sonne zu treten, oder auf ihrer Scheibe zu verweilen scheinen wird, daher man denn auch umgekehrt, aus den Differenzen jener Zeiten die Differenz dieser Parallaxen sehr genau, selbst bis auf den kleinen Theil einer Secunde, durch Rechnung ableiten wird. Auch sind zu diesen Beobachtungen keine anderen Instrumente nothwendig, als ein gewöhnliches Fernrohr, und eine gute Uhr, deren Gang man genau kennt; von dem Beobachter selbst aber wird weder große Vorkenntniß, noch besondere Geschicklichkeit erfordert, sondern nur Aufmerksamkeit und Eifer für seine Sache."

Nachdem Halley im Verfolge dieser Abhandlung den künftigen Durchgang der Venus im Jahre 1761 vorausgesagt, und die Orte, von welchen diese Erscheinung am vortheilhaftesten beobachtet werden wird, obschon nicht ganz richtig angegeben, und endlich gezeigt hatte, wie man aus die-

sen Beobachtungen die wahre Größe der Sonnenparallaxe ableiten könne, setzte er noch hinzu: „Ich wünsche, daß von diesem Durchgange recht viele Beobachtungen und von mehreren Personen an demselben Orte gemacht werden mögen, damit wir durch die Uebereinstimmung mehrerer eine größere Genauigkeit für ein so wichtiges Phänomen erhalten, was wohl nicht viele der jetzt lebenden Menschen sehen werden, und von welchen die genaue Auflösung eines der schönsten und größten wissenschaftlichen Problemes abhängt. Ich empfehle es also auf das dringendste allen den Astronomen, welche Gelegenheit haben werden, diese Dinge zu sehen, wenn ich schon todt bin; mögen sie sich dieser meiner Ermahnung erinnern, und sich fleißig und aus allen ihren Kräften zu jenen Beobachtungen anschicken, für welche ich ihnen Glück wünsche, damit sie nicht durch ungünstige Witterung und Wolken dieses so höchst wünschenswerthen Anblickes beraubt werden, und damit sie dadurch die genaue Bestimmung der wahren Größe unseres Planetensystemes erhalten mögen, was ihren Ehre und unsterblichen Ruhm bringen wird. Mögen sie aber dann auch nicht vergessen, daß es ein Engländer war, der zuerst diese glückliche Idee gehabt hat.“

Diese Aufforderung verfehlte ihren Zweck nicht. Um den Durchgang im Jahr 1761 und den noch vortheilhafteren 1769 auf das vollständigste zu benützen, sah man die aufgeklärtesten Regenten Europens wetteifern, mit großen Kosten Astronomen in entlegene Welttheile zu schicken, dort Entdeckungen für die Wissenschaften zu machen, die denn auch vollkommen gelungen sind, da nur sehr wenige Beobachter durch die Witterung gehindert wurden, und die meisten mit reicher Beute in ihre Heimath zurück kehrten. Ganz vollständig und mit den neuesten Elementen wurden alle diese Beobachtungen erst in den letzten Jahren von Encke berechnet, und als Endresultat aus beyden Durchgängen für die Horizontal-

parallaxe der Sonne am Aequator und in ihrer mittleren Entfernung von der Erde die Zahl 8″.5776 erhalten, woraus die mittlere Entfernung der Erde von der Sonne gleich 20666800 geographische Meilen folgt.

Um sich einen deutlichen Begriff von dem Verfahren zu machen, durch welches man aus jenen Durchgängen die Sonnenparallaxe mit so großer Genauigkeit finden kann, seyen TS und TV (Fig. 1) zwey Linien, welche den Mittelpunkt der Erde T mit dem Mittelpunkte der Sonne S und der Venus V verbinden. Nennt man m den scheinbaren Halbmesser der Venus und p ihre Horizontalparallaxe, und bezeichnet man für die Sonne dieselben Größen durch μ und π, so sieht man, wie die bloße Ansicht der Zeichnung zeigt, im Mittelpunkte der Erde den Anfang des Durchganges oder den Eintritt der Venus in den östlichen Sonnenrand, wenn die geocentrische Entfernung der Mittelpunkte S und V gleich der Summe der Halbmesser, oder wenn $STV = \mu + m$ ist. Wenn aber das Auge von dem Mittelpunkte T nach Ost b rückt, so wird der Mittelpunkt der Venus sowohl, als jener der Sonne wegen der Parallaxe nach der entgegengesetzten Seite oder nach West zu rücken scheinen, und zwar Venus um p und die Sonne um π. Da aber die Parallaxe p der Venus beträchtlich größer ist, als die π der Sonne, so wird Venus in Beziehung auf die als ruhend angenommene Sonne um die Größe $p - \pi$ nach Westen zu rücken, also in die Sonne einzutreten scheinen, so daß an dem Orte b der Erde, der am weitesten gegen Ost liegt, Venus schon um $p - \pi$ in der Sonne zu stehen scheint, wenn im Mittelpunkte T der Erde erst der Eintritt beobachtet wird. Der Ort b wird also den Eintritt sehen, wenn die geocentrische Entfernung beyder Ränder noch $p - \pi$ also die geocentrische Entfernung der Mittelpunkte $A = (\mu + m) + (p - \pi)$ ist, und dieser Ort b sieht offenbar den Eintritt von allen Orten der Erde zuerst, und

er liegt im östlichen Horizont der der Sonne zugekehrten Hälfte der Erde, sieht also den Eintritt bey Sonnenuntergang, weil sich die Erde von West gegen Ost, oder von b gegen a dreht. Wäre das Auge von T nach der entgegengesetzten Seite nach West gerückt, so würde sich für dasselbe Venus um die Größe p — π nach Ost entfernen, und so wird an den nach West am meisten entfernten Orte a, der den Eintritt zuletzt bey Sonnenaufgang sieht, dieser Eintritt erst dann erfolgen, wenn Venus für den Mittelpunkt der Erde schon um p — π in die Sonne eingerückt scheint, d. h. wenn die geocentrische Entfernung der Mittelpunkte $B = (\mu + m) - (p - \pi)$ ist. Der Unterschied zwischen diesen beyden Größen A und B ist aber $2(p - \pi)$ oder der doppelte Unterschied der Parallaxe, und daher wird der westliche Ort a den Eintritt so viel später sehen als der östliche b, als Venus Zeit braucht sich der Sonne um die Größe $2(p - \pi)$ zu nähern. Da sich aber Venus in der untern Conjunction in einer Stunde um 234″ der Sonne nähert, und $p = 31''$, $\pi = 8''$ ist, so wird sich Veuus der Sonne um $2(p - \pi) = 46''$ in der Zeit von nahe 12 Minuten nähern, und um diese Zeit wird also b den Eintritt früher sehen als a. So wie sich aber aus dem gegebenen Werthe von p — π jene Zeit, um welche ein Ort der Erde den Eintritt früher sehen wird, als ein anderer, berechnen läßt, eben so läßt sich umgekehrt, wenn jene Differenz der zwey Beobachtungszeiten unmittelbar gegeben ist, daraus der Werth von p — π berechnen, und man sieht, daß diese letzte Rechnung der Art ist, daß sie das gesuchte Resultat p — π noch immer sehr richtig und genau geben wird, selbst wenn die Beobachtung auch beträchtlich fehlerhaft ist, worin eben der große Vortheil dieser Beobachtungen besteht; denn da hier die sehr kleine Größe $2(p - \pi) = 46''$ durch die Differenz von zwölf Zeitminuten bestimmt wird, so wird jeder Fehler in der Beobachtung von einer ganzen

Zeitsecunde den gesuchten Werth von $(p - \pi)$ erst um 0.03 einer Raumsecunde fehlerhaft machen.

Durch dieses Verfahren erhält man also, wie wir gesehen haben, den Werth der Differenz der beyden Parallaxen oder den Werth von $p - \pi = a$ mit der größten Schärfe. Die bekannte Theorie der elliptischen Bewegung gibt aber durch das dritte Keplerische Gesetz (I. 193) auch das Verhältniß der Entfernungen beyder Gestirne oder was dasselbe ist, das Verhältniß $\frac{p}{\pi} = b$ ihrer Parallaxen, und aus diesen beyden Gleichungen findet man die gesuchten Werthe der Parallaxen selbst $p = \frac{ab}{b-1}$ und $\pi = \frac{a}{b-1}$

Um diesen wichtigen Gegenstand noch von einer anderen Seite und zugleich durch ein Beyspiel deutlich zu machen, so fand man für den Durchgang von 1769 mit einer angenommenen genäherten Sonnenparallaxe $\pi = 10''$ durch bloße Rechnungen die Dauer des Durchganges für den Mittelpunkt der Erde $T = 6^h\ 20'\ 38''$ und für Wardhus in Lappland (Polhöhe $70°\ 22'.5$) diese berechnete Dauer $t = 6^h\ 30'\ 54''$, also beyder Differenz $t - T = 616.''$ Allein die unmittelbare Beobachtung Hells gab die wahre Dauer für Wardhus $t' = 6^h\ 29'\ 34''.\ 6$ also die Differenz $t' - T = 536''.6$. Die Unterschiede zwischen diesen beyden Differenzen können, wenn man die Beobachtung als fehlerfrey annimmt, nur von einer Unrichtigkeit in der oben bey der Rechnung vorausgesetzten Sonnenparallaxe $\pi = 10''$ kommen, und da sich hier die Wirkungen eines solchen Fehlers, wie ihre Ursachen verhalten, so hat man, wenn die wahre Sonnenparallaxe gleich π' angenommen wird,

$$616''.0 : 536''.6 = 10'' : \pi'$$

oder $\pi' = 8''.71$.

Um zu sehen, wie genau man auf diese Art den Werth von π' findet, hat man allgemein

$$\pi' = \frac{\pi\,(t' - T)}{t - T}$$

Nimmt man an, daß die beobachtete Dauer t' um dt' fehlerhaft ist, so ist der daraus entspringende Fehler $d\pi'$ der Größe π'

$$d\pi' = \frac{\pi .\, dt'}{t - T}$$

oder in unserem Beyspiele

$$d\pi' = \frac{10\, dt'}{616} = 0.0162\ dt',$$

so daß also ein Fehler von 6 vollen Zeitsecunden in der Beobachtung erst einen Fehler von 0.1 einer Raumsecunde in dem gesuchten Werthe von π' hervorbringt. Die Ursache dieses für die Bestimmung von π' so vortheilhaften Umstandes ist die äußerst langsame Bewegung der geocentrischen Länge der Venus, wegen welcher die Dauer der Durchgänge sowohl, als die Zeiten der Ein- und Austritte für die verschiedenen Beobachter auf der Oberfläche der Erde, durch die beträchtliche Differenz der Parallaxen beyder Gestirne, so stark verschieden ausfällt, und daher der Nenner der Größe $\frac{\pi dt'}{t - T}$ so beträchtlich wird, daß selbst ein bedeutender Fehler in t' nur einen sehr kleinen in π' hervorbringen kann.

Kennt man durch eine vorläufige Berechnung die Zeiten, wenn der Ort b den ersten Eintritt und a den letzten Austritt gesehen hat, und ist auch die Lage dieser beyden Orte auf der Oberfläche der Erde bekannt, so lassen sich die Erscheinungen eines solchen Durchganges für alle Orte der Erde sehr leicht mit Hülfe eines Globus erklären. Wir wollen als Beyspiel den Durchgang von dem 3ten Jänner 1769

wählen, für welchen die erste äußere Berührung der Ränder um $7^h\ 22'\ 38''$ und die letzte um $13^h\ 53'\ 47''$ wahre Zeit in Paris statt hatte. Die geographische Lage der Orte a und b ist: östliche Länge von Paris $0^h\ 28'$ . . . $3^h\ 10'$
nördliche Breite $48°\ 14'$ . . $20°\ 47'$
Dieses vorausgesetzt, stelle man den Globus so, daß seine Polhöhe gleich der Declination der Sonne für diesen Tag, hier $+22°\ 30'$ werde, (für eine südliche Declination müßte der Südpol des Globus um eben so viel über den Horizont erhöht werden.) Man führe Paris unter den fixen Meridian, den Index des Stundenkreises auf 12 Uhr, und drehe dann den Globus um $7^h\ 23'$ gegen Ost, also den Index auf $4^h\ 37'$. In dieser Lage haben alle Orte, welche unter dem fixen Meridian von Messing liegen, eben Mittag, und denen, die in dem östlichen Theile des Horizontes liegen, geht die Sonne eben unter, so wie denen in dem westlichen auf. In der östlichen Hälfte des Horizontes liegt der oben erwähnte Ort b, der den Eintritt von allen zuerst bey Sonnenuntergang sieht, so wie in der westlichen Hälfte der Ort a, der den Austritt zuletzt bey Sonnenaufgang sieht. Die Nachbarn des Punctes b sehen also bloß den Eintritt, und sonst nichts von dem ganzen Durchgange; die Nachbarn des Ortes a aber sehen den Eintritt sowohl, als auch die darauffolgenden Erscheinungen. Die übrigen, welche in der oberen oder beleuchteten Hämisphäre wohnen, sehen entweder den ganzen Durchgang, oder doch einen größern oder kleinern Theil desselben, je näher sie bey der östlichen Hälfte des Horizontes sind.

Dreht man dann den Globus, bis der Index auf $16^h\ 6'$ (also $13^h\ 54'$ östlich von seiner ersten Lage) steht, so sind in dieser Lage alle Orte der Erde über dem Horizonte, welche das Ende des Durchganges sehen; die im westlichen Horizonte sehen bloß das Ende, weil ihnen die Sonne nun erst

aufgeht; die im östlichen Horizonte aber haben auch die dem Ende vorhergehenden Erscheinungen des Durchganges gesehen, weil ihnen die Sonne erst bey dem Ende desselben untergeht. Zieht man dann auf einem Planiglobe durch die Orte, die in jenen beyden Stellungen in dem Horizonte des Globus lagen, zwey Kreise, so theilen sie die ganze Erdfläche in vier Theile, wovon der eine bloß den Anfang, der zweyte bloß das Ende, der dritte Anfang und Ende, und der vierte endlich gar nichts von dem Durchgange sehen.

Nennt man nähmlich I und II alle Länder, welche bey der ersten und zweyten Stellung des Globus über dem Horizonte lagen, so sehen diejenigen, die in dem Theile I liegen, bloß den Anfang; die in II bloß das Ende; die aber, welche zugleich in I und II liegen, sehen Anfang und Ende, und die endlich, welche weder in I noch II liegen, sehen von dem Durchgange gar nichts. —

Viertes Capitel.

Erde.

Was uns die Beobachtungen über die Größe und Gestalt der Erde kennen gelehrt haben, ist bereits im ersten Buche S. 2 und 45 mitgetheilt worden. Nach diesen Untersuchungen hat die Erde die Gestalt eines an seinen Polen abgeplatteten Ellipsoids, oder die Gestalt eines Körpers, der durch die Umdrehung einer Ellipse um ihre kleinere Axe entstanden ist. Nach den neuesten Bestimmungen hat man (I. S. 52.)

Halbmesser des Aequators	3271691 Toisen.
Halbe Erdaxe	3260964 =
Daraus folgt der Umfang des elliptischen Meridians	20522954''484 =

Der Umfang des Aequators . 20556640"080 Toisen
Halbmesser eines Kreises, der mit dem Meridian einerley Umfang hat . . . . 3266330 =
Halbmesser einer Kugel, die mit der Erde einerley körperlichen Inhalt hat . . . . . 3268111 =

Die halbe große Axe ihrer elliptischen Bahn um die Sonne ist nach der neuesten Bestimmung 20666800 Meilen, und die Excentricität derselben ist der 0.016794ste Theil dieser halben Axe, oder gleich 347080 Meilen. Diese Bahn legt die Erde in der Zeit des siderischen Jahres von 365,2563835 Tagen oder in 365 Tagen 6^h 9' 11."5 zurück. (I. S. 21) Das tropische Jahr oder die Zeit der Rückkehr der Erde zu demselben Aequinoctium, von welchem die Jahreszeiten abhängen, ist 20', 19", 9 kleiner, oder gleich 365 Tagen 5^h, 48', 51".6.

Außer ihrer jährlichen Bewegung um die Sonne dreht sie sich auch noch täglich oder genauer in 23^h 56' 4".09 mittlerer Zeit um ihre kleine Axe, die gegen die Ebene der Ekliptik unter dem Winkel von 66°32' geneigt ist, so daß ihr Aequator mit der Ekliptik einen Winkel von 23° 28' bildet. (I. S. 13) Dieser Rotation und dieser Neigung der Erdaxe verdanken wir den wohlthätigen Wechsel unserer Tages- und Jahreszeiten. Wenn die Erde ihre jährliche Bahn um die Sonne beschriebe, ohne sich um ihre Axe zu drehen, so würde jedem Orte der Erde die Sonne die eine Hälfte des Jahres sichtbar, und die andere unsichtbar seyn; der durch mehrere Monathe beynahe ununterbrochene hohe Stand der Sonne in der heißen Zone würde alle Vegetation ersticken, die Meere in Dünste auflösen, und selbst harte Körper zum Schmelzen bringen. Nicht minder ungünstig würde selbst für diese Zone die darauffolgende halbjährige Nacht wirken; die ganze kalte Zone aber und ein großer Theil der gemäßigten würde völlig unbewohnbar seyn. Fiele überdieß der Aequator der Erde, der

jetzt keine Bedeutung mehr hätte, mit der Ebene der Ekliptik zusammen, so würde in mehreren Gegenden nach dem erstarrenden Froste einer halbjährigen Nacht zwar endlich die Sonne wieder erscheinen, aber Monathe lang kraftlos nahe an dem Horizonte stehen, und nur am Mittage dieses halbjährigen Tages auf kurze Zeit die Höhe erreichen, welche sie jetzt in der Mitte des März oder des Septembers hat. — Wenn aber die Erde so um die Sonne sich bewegte, wie der Mond sich um uns bewegt, wenn nähmlich die Rotation der Erde ihrer Revolution gleich wäre, so würde alles noch viel schlimmer seyn, denn dann würde die Erde immer nur eine und dieselbe Hälfte ihrer Oberfläche der Sonne zukehren, und die andere würde von dem wohlthätigen Anblicke dieser Quelle des Lichtes und der Wärme gänzlich und für immer ausgeschlossen seyn. — Wenn endlich zwar die jetzt bestehende Rotation der Erde, aber nicht die gegenwärtige Neigung der Rotationsaxe gegen die Ekliptik statt hätte, wenn z. B. diese Axe auf der Ekliptik senkrecht stünde, oder Aequator und Ekliptik zusammen fiele, so würde zwar jeder Ort der Erde durch das ganze Jahr Tag und Nacht einander gleich haben, aber der eben so schöne als wohlthätige Wechsel der Jahreszeiten würde nicht mehr statt finden, die von dem Aequator entfernteren Gegenden würden die Sonne selbst am Mittage nur in einer Höhe erblicken, welche ihre Früchte nicht mehr zur Reife bringen könnte; das Menschengeschlecht würde, so wie die meisten Thiere, und selbst die Pflanzen nur auf einen kleinen Gürtel der Erde beschränkt seyn; an die Stelle der immer wechselnden Erscheinungen, die jetzt die Erde in allen Zonen schmücken, würde eine öde Gleichförmigkeit treten, und ohne der Abwechslung des Climas und der Mannigfaltigkeit der Producte der verschiedenen Theile des Erdbodens würde auch der die Völker belebende, sie gleichsam zu einer großen Familie vereinende Handel nach

allen Welttheilen nicht mehr statt haben, und jeder würde auf seinen kleinen Kreis beschränkt sich weder um fremde Länder, noch um Entdeckungen in denselben bemühen, die keinen Reitz mehr für ihn haben können. So viele und so große Zwecke wußte die Natur durch das einfache Mittel der Neigung der Erdaxe gegen die Ekliptik zu erreichen.

Die innere Beschaffenheit und die physischen Eigenschaften der Erde kennen wir, die wir sie bewohnen, allerdings näher, als die der anderen Planeten; aber wir sind noch sehr weit entfernt, eine vollständige Kenntniß derselben zu besitzen, und alles, was wir von ihr wissen, bezieht sich bloß auf die äußerste Oberfläche derselben, auf die Außenseite des Buches, in dessen Inneren wir wohl nie lesen werden, da seit Jahrtausenden unsere scharfsinnigsten Untersuchungen bloß damit sich beschäftigten, den Band dieses großen Buches zu bewundern, oder den Staub, der es bedeckt, näher kennen zu lernen. Bloß die Astronomie lehrt uns, daß die Masse, aus welcher das Innere der Erde besteht, im Allgemeinen viermahl so dicht als Wasser ist, (I. S. 357.) aber ohne über die Vertheilung und Anordnung der Theile dieser Masse etwas zu entscheiden, so daß es dem freyen Spiele unserer Phantasie überlassen bleibt, die Höhlen und Klüfte im Innern der Erde mit Luft und Wasser, oder mit Magneten oder endlich mit Gnomen und Berggeistern zu bevölkern. Doch trägt dieses Aeußere noch deutliche und unverkennbare Spuren von einem früheren Zustande der Erde, der von ihrem gegenwärtigen sehr verschieden gewesen seyn mag, so wie von großen, weit verbreiteten Revolutionen, welche die Oberfläche der Erde in einer Zeit, in die keine Menschengeschichte reicht, vielleicht mehr als einmahl umgestaltet haben.

Daß die Erde einst flüssig war, beweist ihre Gestalt, die Kugelform sowohl, als noch mehr die Abplattung dieser Kugel an ihren Polen durch die Rotation. Auf dieser flüssi-

gen Masse, deren Umfang den gegenwärtigen Umfang der Erde wahrscheinlich weit übertraf, wütheten und kämpften Feuer und Wasser, diese zwey allmächtigen Kräfte der Natur, und entwickelten durch Niederschlag oder Crystallisation den Granit, das Urgebirge, das eigentliche Gerippe der Erde, in welchem weder Reste von Pflanzen noch von Thieren gefunden werden, die unter jenen stürmenden Umwälzungen nicht entstehen, und noch weniger dauernd bestehen konnten.

Jahrtausende vielleicht nach dieser ersten Epoche brach die äußerste Granitrinde, welche die Erde umgab, durch Einstürzung innerer großen Höhlen, oder durch die Wirkung innerer Dämpfe oder gewaltsamer Fluthen zusammen, daher wir dieses Urgebirge jetzt noch nur in beynahe senkrechtstehenden Schichten erblicken.

Aus dem Fuße dieser eingestürzten Trümmer, der noch in die anfängliche Flüssigkeit getaucht war, entwickelten sich in wahrscheinlich sehr langen Perioden die Ganggebirge von einfachem Thon und Kalke, deren Spalten und Gänge bereits die Lager der Erze enthielten, und die noch hohe, aber nicht mehr senkrechte, sondern mehr in die Länge sich dehnende und abgerundete Gebirge bilden. Auf diese folgten in einer dritten Periode, die Flötzgebirge, die nie zu einer so großen Höhe steigen, wie die Granit- und Ganggebirge, die aus mannigfaltig abwechselnden Schichten verschiedener Stein- und Erdarten bestehen, die nahe den Ganggebirgen, an welche sie sich lehnen, steiler, und indem sie sich von diesen entfernen, immer flacher liegen, bis sie in beynahe horizontalen Schichten in die Ebene herabsteigen. Diese sind wahrscheinlich spät nach jenen ersten zerstörenden Catastrophen bloß durch Aufschwemmungen der schon ruhigeren Gewässer entstanden, daher man in ihnen z. B. in den Cordilleren noch in einer Höhe von fünfzehntausend Fuß über dem gegenwärtigen Spiegel des Meeres jene bewunderungswürdi-

gen Lager von Schalthieren, Seegeschöpfen, Abdrücken und Versteinerungen von Fischen und Pflanzen findet, Denkmähler der ersten Bewohner, der eigentlichen Autochthonen unserer Erde, Bodensätze eines vielleicht Jahrhunderte über diesen hohen Gegenden gestandenen Meeres. Wahrscheinlich haben auch in dieser Periode noch mehrere nicht mehr allgemeine, aber doch sehr weit verbreitete locale Revolutionen große Strecken des Meerbodens abwechselnd trocken gelegt und wieder überschwemmt, weil man noch jetzt in oft sehr großen Tiefen des gegenwärtigen Festlandes noch Muschelkalk, große Steinkohlenflötze, ausgebreitete Lager von Steinsalz, und selbst ganze große versteinerte Wälder findet. In den Flötzgebirgen späterer Bildung entdeckt man auch schon versteinerte Reste von Landthieren, aber keine Spur noch vom Menschen, dessen Periode noch nicht gekommen war.

Indem durch diese Umwälzungen eine Menge gährungsfähiger Stoffe in das Innere der Erde vergraben wurde, bildete sich der Herd von Vulcanen und Erdbeben, die wieder neue Revolutionen herbeyführten, und die durch die Gewalt ihrer Dämpfe unseren Basaltbergen und Vulcanen den Ursprung gaben. Wahrscheinlich ist diese letzte Revolution neptunisch-vulcanischer Art gewesen, durch welche die Ueberreste des ehemahligen Meeres völlig ausgetrocknet, unsere Berge und Ebenen trocken gelegt, und dadurch endlich dem Menschen selbst eine bleibende und ruhige Wohnstätte bereitet wurde.

Vielleicht stehen aber der Erde in der Folgezeit noch mehrere andere Revolutionen bevor, ehe sie den Grad der Reife erlangt, zu dem sie bestimmt ist. Wahrscheinlich ist diese Decke von Granit, welche sie jetzt umgibt, nur die äußerste von noch vielen anderen concentrischen Kugelschalen, die zu ihrer Zeit auch noch einmahl einstürzen, und den unter ihr enthaltenen Dämpfen und Meeren den Ausbruch öff-

nen wird. Wenigstens scheinen unsere so häufigen heißen Quellen für jene concentrischen, von einander isolirten Kugelschalen zu sprechen, da man mit den gewöhnlich kleineren Höhlen*) von brennenden Kohlenflötzen, erhitzten Schwefelkießen u. dgl. die Erscheinungen jener Quellen nicht genügend erklären kann, nach welcher z. B. im Jahre 1756 die heißen Quellen zu Teplitz in dem Augenblicke ausblieben, in welchem das Erdbeben zu Lissabon ausbrach. Wir werden später sehen, daß nicht nur diese unsere Wohnstätte, sondern daß wahrscheinlich unser ganzes Planetensystem aus solchen concentrischen Kugelschalen bestand, und noch bemerken wir an den Ringen Saturns einen deutlichen Ueberrest einer ähnlichen ursprünglichen Bildung.

Wenn wir die Erde in einer angemessenen Entfernung sehen könnten, so würde sie uns als eine große Wasserkugel erscheinen, in welcher drey große Inseln und eine beträchtliche Anzahl kleinerer schwimmen. Die erste große Insel begreift die sogenannten drey alten Welttheile, die zweyte Amerika, und die dritte Neuholland, **) die zusammen noch

---

*) Diese Höhlen sind vielleicht nur die Vorzimmer der großen unterirdischen Laboratorien der Natur, wo mehr und fleißiger gearbeitet wird, als in manchem unserer oberirdischen Laboratorien, und wo bey manchem Versuch der Bauch der Retorte in Neuholland seyn mag, während der Hals derselben über Afrika und Europa sich erstreckt, und die Vorlage erst in Sibirien oder Nordamerika gefunden wird.

**) Im Mittel mehrerer Angaben enthält

Europa . .	178000	geogr.	Quadratmeilen.
Asien . . .	690800	—	—
Afrika . . .	521000	—	—
Amerika . .	596500	—	—
Neuholland .	172000	—	—

Summe 2158300, also noch nicht der vierte Theil der Oberfläche der ganzen Erde.

nicht den vierten Theil der Oberfläche der Erde enthalten, und auch von diesem vierten Theile ist uns das meiste nur wenig, oder gar nicht bekannt. Beynahe zwey Drittheile dieses Festlandes liegen auf der nördlichen Hämisphäre, in dem es gegen den Nordpol beynahe über die Gränze aller möglichen Vegetation bis zu dem 80sten Grad der Breite geht, gegen den Südpol aber kaum den fünfzigsten Breitengrad erreicht, und hier mit schroffen, steilen Felsen, gleichsam dem letzten Gliede einer von Norden herabsteigenden Gebirgskette endet.

Die Berge scheinen ein wesentlicher Theil unseres, und wohl auch jedes anderen Planeten zu seyn. Wir haben bereits oben ihre Classen nach ihrer wahrscheinlichen Entstehung angegeben. In der Vorzeit waren sie ohne Zweifel viel höher, da Stürme und Gewässer sie allmählig verwittern und abspülen, und dadurch einen Theil ihrer Masse in die Ebene herabführen.

So beträchtlich die Höhe einiger dieser Berge uns scheint, so beträgt sie doch bey den höchsten noch nicht den 1500sten Theil des Durchmessers der Erde *). Der Nutzen der Berge ist mannigfaltig: Sie sind gleichsam die Fühlhörner des organischen Erdkörpers, die sich hervorstrecken, um den Thau der Wolken einzusaugen, und die zu ihren Füßen liegenden Ebenen

*) Die höchsten Berge der Erde sind:

Dhawalagiri im Himilajagebirge	24150	Pariser	Fuß.
Chimborasso in Quito = = = =	20100	—	—
Elbrus, Gipfel des Kaukasus = =	16854	—	—
Montblanc = = = = = = =	14664	—	—
Orteler in Tyrol = = = = = =	13992	—	—
Finsterahorn in der Schweiz = =	13428	—	—
Pic in Teneriffa = = = = = =	11424	—	—
Aetna = = = = = = = = =	9966	—	—
Gotthard (Kloster) = = = = =	7650	—	—
Riesenkuppe in Schlesien = = =	4980	—	—
Brocken = = = = = = = =	3648	—	—

mit wohlthätigen Strömen, deren Quellen sie enthalten, zu versorgen; sie dienen zur Reinigung der Atmosphäre, sind der Wohnort aromatischer und heilender Kräuter, die Geburtsstätte der edlen Metalle, und die Niederlage der ältesten Urkunden der Erdgeschichte. In den kalten Gegenden sind sie Schutz gegen die alles erstarrenden Nordwinde, und in den heißen gewähren sie Kühlung gegen die Sonnenhitze; sie sind endlich die Zierde der Erde, die eigentlich eine Gegend erst schön machen, indem sich auf ihnen oft alle Jahreszeiten mit ihren mannigfaltigen Erzeugnissen zusammen drängen, und zugleich die reichsten Aussichten auf die umliegenden fruchtbaren Ebenen gewähren.

Nicht minder wohlthätig ist für uns und alle Bewohner der Erde das Meer, diese große Mutter aller Gewässer, aller Quellen und Flüsse, die durch die Ausdünstungen des Meeres erhalten werden, und daher auch alle wieder zu ihm

---

Zur Vergleichung mit dem Vorhergehenden:

Höhen über der Meeresfläche folgender Städte.

	Par. Fuß.		Par. Fuß.
Micuipampa	11154	Wien	420
Quito	8946	Prag	546
Mexico	7008	Paris	212
Schemnitz	2172	Rom	138
Madrit	1866	Berlin	126

Höhe der Spitze über der Grundfläche.

Größte ägyptische Pyramide	450	Par. Fuß.
Münster in Straßburg	438	—
Stephansthurm in Wien	426	—
Peterskirche in Rom (Kuppel)	408	—
Paulsthurm in London	336	—

Die höchste bleibende Menschenwohnung in Europa ist das Kloster auf den Bernhardsberge 7650 Fuß, und in Asien die Meyerey von Antisana 12900 Fuß über dem Meere. Der Steinkohlenbruch zu Whithehaven erreicht eine Tiefe unter der Oberfläche der Erde von 3160 Fuß, die größte Tiefe, in die Menschen bisher gekommen sind.

zurückkehren; das Meer, welches durch den beständigen wechselseitigen Verkehr des Wassers und der Luft, und durch immerwährende chemische Prozesse die Atmosphäre reiniget, und sie erst dadurch zum Leben der Pflanzen und Thiere fähig macht; welches endlich, indem es die entferntesten Länder mit einander verbindet, die Thätigkeit und den Kunstfleiß der Menschen erweckt, und durch den mächtigen Antrieb des Gewinnes und des eigenen Vortheiles in einem immer regen Leben erhält.

Da das Wasser, den Gesetzen der Schwere folgend, sich stets nach den niedrigeren Punkten bewegt, so würde es bald von den Gipfeln der Berge, und selbst von den Ebenen verschwinden, und gegen den Mittelpunkt der Erde vordringen, wenn nicht durch eine bewunderungswürdige Haushaltung der Natur die Wärme das Wasser aus dem Meere als Dampf emporzöge, und in dieser Gestalt durch wohlthätige Winde über das Land führte, wo es als erquickender Thau, oder als befruchtender Regen, oder als schützender Schnee wieder herabfällt, und so nicht nur die Atmosphäre reiniget, sondern auch den Boden unter ihr zur Unterhaltung der Thiere und Pflanzen geschickt macht. Von diesem aus der Atmosphäre auf die Erde fallenden Wasser fließt ein Theil längs den Abhängen in Bächen und Flüssen zusammen, in welchen es wieder dem Meere zuströmt, und auch dieses durch seine Beymengung erfrischt; ein Theil wird von den Thieren verbraucht, und ein anderer endlich dringt in die dürstende Erde, und macht diese zu einem nährenden Standorte für Pflanzen.

Demungeachtet ist es, eben durch diesen immerwährenden Kreislauf erklärlich, daß die Wassermenge auf dem festen Lande stets geringer wird, und die Gränzen des Meeres sich noch immer, wenn gleich viel langsamer, als in der Vorzeit, zurückziehen, womit auch zahlreiche Beobachtungen, die

man an den Gestaden seit Jahrhunderten angestellt hat, (Kants phys. Geogr. VI. Theil. Seite 129 – 169) übereinstimmen. Die Folge dieser immer fortgehenden Abnahme, wenn sie gegründet ist, würde endlich eine völlige Austrocknung der Erde seyn, auf der weder Thiere noch Pflanzen mehr leben könnten. Die Fernröhre zeigen uns, daß dieser Zustand bereits auf der Oberfläche unseres Begleiters, auf dem Monde eingetreten zu seyn scheint.

Die Tiefe des Meeres ist wohl an verschiedenen Orten ebenfalls sehr verschieden; die größte Tiefe, die man kennt, maß Capitain Philipps auf seiner Reise nach dem Nordpol, der bey einer Tiefe von 4680 Fuß mit dem Senkbley noch keinen Grund fand.

Der Boden des Meeres ist, gleich dem des Festlandes, mit Bergen und Thälern, und vielleicht selbst mit Quellen und Strömen süßen Wassers bedeckt, und die größte Tiefe jener Thäler unter dem Meeresspiegel ist wahrscheinlich der Höhe der Berge des Festlandes über demselben Spiegel nahe gleich. Wenn demnach die Tiefe des Meeres auch nur eine halbe geographische Meile im Mittel betrüge, so würde die ganze Masse des Meerwassers über drey Millionen Kubikmeilen enthalten.

Das Meerwasser unterscheidet sich durch seinen salzigen und ekelhaft bitteren Geschmack von dem Wasser der Quellen und Flüsse, daher es in seinem natürlichen Zustande ungenießbar ist, und auf der See mehr Menschen, als auf dem Festlande vor Durst sterben. Die festen chemischen Bestandtheile des Seewassers sind Koch- Bitter- und Glaubersalz, Gyps und salzsaure Kalkerde. In Mittel erhält es den 32sten Theil Salz, so daß ein Pfund Meerwasser ein Loth Salz hat, doch nimmt mit der Tiefe die Salzigkeit des Meeres zu. Ob dieser Geschmack von den großen Salzbänken kommt, über die das Meer streicht, und die es nach und nach auflöst; von

Salzquellen, die in seiner Tiefe sprudeln; von Pflanzen, die es auslaugt, und von Thieren, die darin verwesen; von Flüssen, die nach Buffon das Salz mit der Erde hineinspülen — oder ob diese Eigenschaft dem Meerwasser ursprünglich und eigenthümlich sey — mit andern Worten: ob das Meerwasser eine Auflösung des in der Erde befindlichen Salzes, oder umgekehrt, das Salz der Erde ein Sediment des Meerwassers sey, ist schwer zu entscheiden, doch sprechen die meisten Gründe für die letzte Meinung, da man alle großen Salzlager des Festlandes nur in und zwischen solchen Erdschichten findet, welche man für Producte eines früheren Meerbodens erkennen muß. Das langsamere Uebergehen in Fäulniß, welches mehrere als den Zweck jenes Salzes annahmen, wird nicht erreicht, da das Meerwasser vielmehr schneller als das süße Wasser verdirbt, und auch in jenem alle fremden Stoffe früher, als in diesem verwesen, so daß viel Salz in wenig Wasser die Fäulniß aufhält, aber wenig Salz in viel Wasser sie beschleunigt. Jener Zweck wird vielleicht durch die immerwährenden großen Bewegungen erreicht, denen das Meer unterworfen ist, und welche durch Strömungen in dem Meere, durch Brandungen an den Gestaden, durch heftige Winde, und besonders durch die Ebbe und Fluth bewirkt werden. Das Gewicht des Wassers aber wird durch das Salz vermehrt, so daß dasselbe Volum Meerwasser um den Zehntentheil seines Gewichtes schwerer ist, als Flußwasser, daher jenes größere Lasten trägt, als dieses, und die Schiffe, wenn sie aus dem Meere in die Flüsse kommen, sinken oder tiefer gehen.

Die Farbe des Meerwassers ist gewöhnlich blaugrün, wie das der meisten Flüsse und Teiche, welche Farbe nach einiger Meinung bloß die Folge des von dem Blau des Himmels reflectirten Lichtes ist. Das häufige Leuchten des Meerwassers, besonders da, wo es die segelnden Schiffe berührt,

die oft lange lichte Streifen auf ihrer Bahn nach sich zu ziehen scheinen, rührt vorzüglich von einer öhlichten phosphoreszierenden Materie her, welche die Oberfläche des Meeres auf große Strecken bedeckt, und von der Fäulniß der in demselben verwesenden Thiere und Pflanzen kömmt, da diese Erscheinung gewöhnlich nur bey großer Hitze, und nach langen Windstillen bemerkt wird. Eine andere seltnere und nicht so verbreitete Art des Leuchtens, das nicht nur auf der Oberfläche, sondern auch in dem Innern, so weit das Auge reicht, bemerkt wird, scheint von eigenen kleinen Thieren zu kommen, deren Glanz wahrscheinlich eine Folge ihrer besonderen Organisation ist.

Das Wasser endlich in seinem reinsten Zustande, in welchem es sich aber in der Natur nur sehr selten findet, hat weder Farbe, noch Geruch, noch Geschmack, daher es wahrscheinlich auch so wenig Freunde unter uns findet, obgleich es das allgemeine Getränk der Pflanzen und der Thiere, wenigstens der sogenannten unvernünftigen Thiere ist. Bey der gewöhnlichen Temperatur ist es sehr flüssig und flüchtig; bey einer Temperatur von Null Graden Reaumur erstarrt es aber zu einem festen Körper, dem Eise, bey welcher Umformung es sich beträchtlich, und mit großer Kraft in einen größeren Raum ausdehnt, und auch um den zehnten Theil seines specifischen Gewichtes leichter wird. Einige Grade über jenem Punkte des Thermometers nimmt das Wasser den kleinsten Raum ein, und dehnt sich dann bis zur Siedehitze anfänglich langsam, dann immer schneller aus, so daß die gesammte Ausdehnung von 0 bis 80 Grad Reaum. den 0·033sten Theil des Raumes beträgt, den es bey 0 Grade eingenommen hatte. Bey der Siedehitze verläßt es seine tropfbar flüssige Gestalt, und verwandelt sich in einen sehr elastischen Dampf, der einen 1400mahl größern Raum einnimmt, als das Wasser, und specifisch leichter ist, als die atmosphärische Luft, in welcher er sich daher schnell erhebt.

Auch bey niedrigeren Temperaturen verdünstet das Wasser, und verwandelt sich, aber viel langsamer, in Dämpfe, die desto weniger elastisch sind, je niedriger die Temperatur ist. Das frey in der Luft kochende Wasser nimmt keine größere Hitze an, als den Siedepunkt; in verschlossenen Gefäßen aber, die dem Drucke der Dämpfe genug widerstehen, kann es zu jedem gegebenen Grade erhitzt werden, und in diesem Zustande wird es ein Auflösungsmittel für viele Körper, deren Theile es sonst nicht zu trennen vermag. In der Natur findet man auch oft das Wasser durch chemische Affinität mit anderen Körpern fest verbunden, nähmlich als Krystallisationswasser in den Salzen, im Horn, Holz und vielen anderen thierischen und vegetabilischen Körpern, woraus es durch Destillation bey gelinder Wärme in seiner natürlichen Gestalt erhalten werden kann. — Die Alten hielten das Wasser für einen reinen Urstoff der Körper, für ein Element, aber Lavoisier zersetzte es in seine zwey luftförmigen Bestandtheile, das Wasserstoffgas oder brennbare Luft, (Hydrogen) und das Sauerstoffgas, Lebensluft (Oxygen), und er wurde dadurch der Gründer der neueren sogenannten antiphlogistischen Chemie. — Das specifische Gewicht des Wasserstoffgases ist 0·073, und das des Sauerstoffgases 1·104, wenn das der atmosphärischen Luft als Einheit des Gewichtes vorausgesetzt wird. Das Wasserstoffgas ist die leichteste aller bisher bekannten Luftarten, in ihr kann kein Licht brennen, und kein Thier leben; in Berührung mit der atmosphärischen Luft läßt es sich entzünden, und brennt stille, ohne Rauch und Ruß, aber mit dem Sauerstoffgase in dem Verhältnisse des Gewichts von 14 zu 86 gemischt, entzündet es sich mit einem lebhaften Knalle, und bildet Wasser, welches genau eben so viel wiegt, als die während dem Verbrennen verschwundenen Gasarten. Die vorzüglichste Eigenschaft des Sauerstoffes ist die Erweckung und Beförderung

der chemischen Prozesse, welche bey der Oxydation der Metalle, bey dem Verbrennen der Körper und dem Athmen der Thiere vor sich gehen, da entzündete Körper, die in der atmosphärischen Luft bloß glühen, in diesem mit lebhafter Flamme brennen, und da diese es eigentlich ist, welche unsere Atmosphäre zum Leben der Thiere geschickt macht.

Außer dem Ocean, welcher den größten Theil der Erdoberfläche bedeckt, wird unser Wohnort noch von einem andern Meere rings umgeben, von der Atmosphäre, einem selbst an seinem Boden, wo es am dichtesten ist, doch noch achthundertmahl feinerem Gewebe, als das Wasser, das sich aber, da es in einem sehr hohem Grade elastisch ist, durch Menschenkräfte in einen 1300mahl engeren Raum zusammen pressen, also beynahe doppelt so dicht als Wasser machen läßt. In einem zehn Meilen tiefen Schacht würde die Luft bloß durch das Gewicht der über ihr stehenden Schichten der Atmosphäre so sehr verdichtet werden, daß selbst Gold auf ihr schwimmen würde. Dieser Druck der Luft auf die Oberfläche der Erde macht bekanntlich die Flüssigkeiten in luftleeren Räumen aufwärts steigen, Wasser auf eine Höhe von 392, Quecksilber auf 28 Zoll, weil das Quecksilber 14mahl oder $\frac{392}{28}$ mahl schwerer ist, als Wasser. Eine Säule der Atmosphäre von einer gegebenen Grundfläche, z. B. einem Quadratzolle, wiegt also so viel, als eine Quecksilbersäule von derselben Grundfläche und von 28 Zoll Höhe, und da das Gewicht der letzten Säule nahe $12\frac{1}{2}$ Pfund ist, so drückt auch die Atmosphäre auf jeden Quadratzoll der Erdoberfläche mit dem Gewichte von $12\frac{1}{2}$ Pfund, und auf jeden Quadratfuß mit dem Gewichte von $(12\frac{1}{2}).12^2 = 1800$ Pfund. Da die Oberfläche eines Menschen von mittlerer Größe beynahe 14 Quadratfuß hat, so wird sie durch die Luft von einem Gewichte von $14(1800) = 25200$ Pfund gedrückt, aber nach allen Seiten, selbst wegen der in dem

Körper befindlichen Luft von innen heraus, daher wird dieser Druck nicht fühlbar, so wenig als die Fische den noch viel stärkeren, aber ebenfalls nach allen Seiten wirkenden Druck des Wassers empfinden. Nach Mariotte's bekanntem Gesetze (I. S. 63) ist die Dichte so wie die Elasticität der Luft dem Gewichte der auf ihr liegenden oberen Schichten der Atmosphäre, oder dem sie zusammenpressenden Drucke, also der Barometerhöhe proportional, woraus folgt, daß, wenigstens bey unveränderter Temperatur, die Dichte der Luft, also auch die Barometerhöhe in einer geometrischen Proportion abnimmt, wenn die Höhe der Luft über der Erdoberfläche in einer arithmetischen Proportion zunimmt, und daß daher die Atmosphäre über der Erde mit immer abnehmender Dichte sich ins Unendliche ausdehnt.

Da aber die Temperatur der Luft nicht unveränderlich ist, so wird die in den höheren Theilen der Atmosphäre herrschende Kälte die Dichte der oberen Luftschichten wieder vermehren, und der Atmosphäre eine Gränze setzen, oder die Beschaffenheit derselben hinreichend verändern, um ihre Ausdehnung aufzuheben. Die Höhe der Luftschichten, die noch dicht genug sind, das Licht der Sonne merklich zurück zu werfen, oder die Höhe der noch dämmernden Atmosphäre über der Erdoberfläche ist nahe zehn deutsche Meilen; die größte Höhe aber, in welche Menschen bisher gekommen sind, hat Gay-Lussac erreicht, der sich in einem Luftballon über 21000 Fuß, also doch noch nicht eine deutsche Meile erhob.

Die Luft ist so fein, daß sie sich durch die kleinsten Räume, z. B. durch die selbst in Microscopen unsichtbaren Poren des Holzes drängen läßt, aber sie gehört doch schon unter die sperrbaren Stoffe, da sie viele Körper, Metall, Glas u. s. f. nicht zu durchdringen vermag; sie läßt sich daher von bestimmten Räumen umschließen, und eigenen Versuchen unterwerfen, was z. B. bey dem Wärmestoffe bisher

nicht möglich war. Durch diese Versuche hat man gefunden, daß das specifische Gewicht der atmosphärischen Luft 0.0013 des Wassers ist bey Null Grad Reaumur und 28 Pariser Zoll Barometerhöhe. — Auch an Durchsichtigkeit übertrifft sie alle andern uns bekannten Körper, da sie nach Bouguer's Bemerkungen, wenn sie ihre größte Dichte, die sie jetzt an der Meeresfläche hat, unverändert beybehielte, sich auf 130 Meilen von der Erde erstrecken müßte, um das Licht der Sonne nicht mehr zu uns durchzulassen. Obschon sie aber in dem gegenwärtigen Zustande die meisten Sonnenstrahlen ungehindert durchläßt, so wirft sie doch noch einen großen Theil derselben, besonders die blauen Strahlen zurück, und große Massen von Luft werden uns bloß durch dieses von ihr selbst reflectirte Licht, durch die blaue Farbe des Himmels sichtbar. Ohne diesen Reflex des Lichtes von den obersten Theilen der Atmosphäre würden wir weder Morgen- noch Abenddämmerungen haben, die jetzt so wohlthätig für unsere Augen sind, sondern das blendende Licht der Sonne würde unmittelbar auf die tiefe Finsterniß der Nacht folgen, und am Ende des Tages uns eben so plötzlich wieder verlassen. Wenn die Atmosphäre das Licht nicht zurückwürfe, so würde jeder Punkt der Erde nur das Licht erhalten, welches er unmittelbar von der Sonne bekömmt; selbst die kleinsten Höhlen würden immer finster seyn, wenn die Sonne nicht eben in sie scheint, so wie alle Zimmer, deren Fenster gegen Norden gerichtet sind; ein von der Sonne oder von den durch sie beleuchteten irdischen Gegenständen abgewendetes Auge würde nichts als Finsterniß vor sich sehen, und die Sonnenstrahlen, von der Oberfläche der Erde zurückgeworfen, würden sich sogleich in's Unendliche verlieren, und es würde daher überall auf der Erde eine immerwährende heftige Kälte herrschen. Auf hohen Bergen, wo die Dünne und durch diese die Durchsichtigkeit der Luft so groß ist, daß man, wenn man im

Schatten steht, die größeren Sterne oft bey Tage sehen kann, ist es so kalt, weil man dort nur mehr das Licht erhält, welches unmittelbar von der Sonne kömmt, indem die dort bereits zu dünne Atmosphäre schon zu wenig Strahlen zurück wirft.

Nicht bloß erleuchtet, sondern auch erwärmt wird die Atmosphäre von der Sonne, obwohl in einem viel geringeren Grade, wahrscheinlich weil sie den Strahlen der Sonne einen zu freyen Durchgang gewährt. Wenn aber diese Strahlen an der Oberfläche der Erde auf für sie undurchdringliche Körper treffen, und dadurch in ihrer Bewegung gehemmt, nun zu leitender Wärme gemacht werden, so theilt sich diese Wärme den untersten Schichten der Atmosphäre mit, dehnt sie aus und erhebt sie, so daß andere kältere Lufttheile die Stelle der früheren einnehmen, und bald dieselbe Erwärmung erhalten, wodurch daher ein immerwährender Luftzug von unten nach oben verursacht wird. Durch das Aufsteigen jener erwärmten Luft entzieht sie sich dem früheren größeren Drucke der unteren Schichten, dehnt sich daher vermöge ihrer Elasticität aus, vermindert durch diese Ausdehnung selbst ihre Temperatur, und wird durch die Berührung mit den oberen kälteren Luftschichten noch mehr abgekühlt. Daher die Abnahme der Temperatur in den höheren Luftschichten; daher auch die Kälte auf den Gipfeln hoher, isolirter Berge, die den sie umgebenden Sonnenstrahlen zu wenig Fläche darbiethen, um durch ihren Reflex die sie zunächst umgebende Luft hinlänglich zu erwärmen; zum Beweise, daß die Erzeugung der fühlbaren und auf das Thermometer wirkenden Wärme nicht in der Atmosphäre, sondern auf der Oberfläche der Erde vor sich geht, und daß von derselben die Temperatur der Luft um so weniger erhöht wird, je weiter sie von der Erde entfernt ist. Daher auch die entgegengesetzte Erscheinung statt hat, wenn die Sonne die Gegend verläßt, und nach Sonnen-

untergang der Boden seine früher erhaltene Wärme wieder ausstrahlt; denn dann wird der Boden bald unter die Temperatur der ihn zunächst umgebenden Luft abgekühlt, theilt dann dieser Luft selbst seine niedrigere Temperatur mit, so daß endlich die unteren Luftschichten kälter werden, als die zunächst über ihr liegenden, während die Oberfläche des Bodes und der ihn bedeckenden Pflanzen selbst am kältsten sind, auf welche Bemerkung Wells seine schöne Theorie des Thaues gegründet hat.

Die atmosphärische Luft, die man früher, so wie das Wasser, als ein Element betrachtete, ist aus drey verschiedenen Luftarten zusammengesetzt, dem Sauerstoffgas, welches wir bereits oben kennen gelernt haben; dem Stickgas und dem kohlensauren Gas. Das Stickgas hat ein nur unbedeutend größeres specifisches Gewicht, als die atmosphärische Luft, und ist weder zum Verbrennen, noch zum Athmen, noch endlich zum Verkalken der Metalle geschickt. Mit sieben Drittheilen ihres Volums von Sauerstoffe gemischt, verwandelt sie sich durch den electrischen Funken in Salpetersäure, daher sie auch Salpeterstoffgas genannt. Das kohlensaure Gas ist etwas schwerer, als die atmosphärische Luft, daher es in dieser zu Boden sinkt; es ist ebenfalls weder zum Verbrennen noch zum Athmen geschickt, und wird von der Natur in den animalischen und vegetabilischen Körpern durch die Gährung derselben erzeugt. In der Atmosphäre sind von diesen Bestandtheilen

	dem Volum nach	dem Gewichte nach
Sauerstoffgas	0.210	0.256
Stickgas	0.789	0.742
Kohlensaures Gas	0.001	0.002
	1.000	1.000.

Noch sollte man in der Atmosphäre auch Wasserstoffgas, von welchen wir oben gesprochen haben, vermuthen

da sich diese Gasart in der Natur sehr häufig, z. B. bey warmen Wetter aus stehenden Wässern entwickelt, allein entweder wird diese Luft, wenn sie in die Atmosphäre tritt, zersetzt, oder unsere Instrumente sind nicht genau genug, kleine Quantitäten dieser Gasart anzugeben.

Außer diesen Luftarten enthält die Atmosphäre noch eine Menge fremder Theile, Ausdünstungen der Pflanzen, der Thiere, des Landes und des Meeres, die, wenn sie auf der Erde blieben, sie bald verpesten und zu unserem Wohnorte untauglich machen würden, während sie von der Luft aufgenommen und verarbeitet, in anderen Gestalten wieder zu uns herabsteigen. Die Wolken, welche diese Dünste enthalten, erheben sich oft bis zu einer Höhe von 30000 Fuß, und Humboldt sah auf dem Chimborasso noch so genannte Lämmerwolken, die gegen 5000 Fuß über dem Gipfel dieses Berges schwebten. Die Höhe der eigentlichen Gewitterwolken ist gering, und beträgt oft nur 1500 bis 2000 Fuß über der Erde. Die Größe oder der Umfang der Wolken läßt sich aus der Größe ihres Schattens auf der Erde bestimmen, weil dieser wegen der großen Entfernung der Sonne von der Wolke mit jenen einerley Durchmesser hat; manche derselben haben mehrere Meilen im Durchmesser, und ihre Dicke beträgt mehrere hundert bis tausend Schuhe, wie man bey Bergreisen bemerkt, wo man oft durch einzelne Wolken zu gehen gezwungen ist. Howard hat die Gestalt der Wolken auf drey bestimmte Grundformen zurückgeführt: Federwolken, zarte in verschiedenen Richtungen verbundene Streifen; Haufenwolken, oben halbkugelförmige, unten horizontal geebnete Massen, und Schichtwolken, unserem flachen schwebenden Nebel gleichende Dünste. Die Federwolken sind meistens die ersten, welche nach anhaltend heiterem Wetter an dem blauen Himmelsgrunde erscheinen, und sie nehmen die höchsten Räume der Atmosphäre ein. Die Haufen-

wolken, zu welchen auch die sogenannten Lämmerwolken oder Schöfchen gehören, stehen niedriger, bedecken oft die Gipfel mäßig hoher Berge, und erscheinen an ihrer von der Sonne beschienenen Seite glänzend weiß, während ihre untere horizontale Fläche dunkel ist. Die Schichtwolken endlich sind die niedrigsten, ändern oft schnell ihre Gestalt, und gehen gern wie durch eine Art von Gerinnung in weitverbreitete nebelartige Wolken über, die den ganzen Himmel bedecken, und oft in stillen anhaltenden Regen zu uns hernieder steigen.

Wenn die senkrechten Luftsäulen, aus denen man sich die Atmosphäre bestehend denken kann, in ihrem gegenseitigen Gleichgewichte gestört werden, so entsteht eine Bewegung der Atmosphäre, die wir Wind nennen. Die vorzüglichste Ursache dieser Störung des Gleichgewichtes ist ungleiche Erwärmung eines Theiles der Luft, und da diese Erwärmung, wie wir gesehen haben, größtentheils von der Oberfläche der Erde kömmt, so wird sie auch nur die unteren Luftschichten, bis etwa auf die Höhe einer Meile, vorzüglich treffen. Dasselbe gilt auch von den anderen Ursachen der Winde, den Ausdünstungen, den oft schnellen Gasentwicklungen, z. B. bey Gewittern; der höheren Temperatur einzelner Theile des Bodens, welche wie die Sandwüsten einer großen Erhitzung fähig sind; dem plötzlichen Eintritte der Sonne in schattenreiche Thäler zu einer bestimmten Tageszeit, u. s. f. Alle diese Entstehungsarten treffen aber nur die unteren Luftschichten, oder diejenigen, in welchen wir leben, während die höhere Region der Atmosphäre die Wirkung der Winde wohl eben so wenig kennt, als der Meeresboden die oft sehr heftigen Bewegungen bemerkt, welche durch Ebbe und Fluth und durch die Wuth der Orkane auf der Oberfläche des Oceans hervorgebracht werden. Während also in den Höhen des Luftmeeres, und in der Tiefe des Wassermeeres eine ewige Ruhe herrscht, werden die beyden anderen Gränzen dieser

Meere auf das heftigste bewegt, und da dieser unruhige Wirkungskreis von der Natur zugleich dem Menschen als Wohnort angewiesen wurde, so mag es nicht mehr wunderbar scheinen, daß auch er selbst in der Mitte zwischen den beyden unruhigen, und immer kämpfenden Elementen von den Stürmen der Leidenschaften so oft erschüttert wird.

Unter die regelmäßigen Winde gehören die sogenannten beständigen Winde zwischen den Wendekreisen, deren Ursache wir (I. S. 424) angegeben haben, und die Moussons, welche ebenfalls der heißen Zone eigenthümlich sind, und in der einen Jahreszeit in einer bestimmten Richtung, in der anderen aber in der entgegengesetzten wehen, und die vorzüglich von dem jährlichen Stande der Sonne und von der Richtung großer Gebirgsketten abhängen, wie die zwischen Madagaskar und Afrika, oder jene zwischen Sumatra und China.

Die Beschaffenheit der Winde hängt größtentheils von der Gegend ab, aus welcher sie kommen, daher z. B. bey uns die von Norden und dem Eismeere kommenden kalt, die Südwinde warm, und die West- und Südwestwinde vom atlantischen Meere feucht sind. Andere haben nachtheiligen Einfluß auf die Gesundheit, wie der Harmattan, der an der Westküste Afrikas oft mehrere Tage weht, von der großen Sandwüste Sahara kömmt, durch alle Fugen der Wohnungen dringt, und die Blätter der Bäume und Pflanzen in wenigen Stunden schon zu dürrem Laube austrocknet. Nachtheiliger noch ist der Scirocco in Italien, der ebenfalls aus den Wüsten Afrikas kömmt, die körperlichen und geistigen Kräfte des Menschen in einem hohen Grade abspannt, und tödtliche Krankheiten nach sich zieht. Der Samum in Arabien hat einen faulen und schwefelichten Geruch, wird gewöhnlich von einer fast erstickenden Hitze begleitet, und schwächt in wenig Augenblicken Menschen und Thiere bis zur Ohnmacht,

der oft unmittelbar der Tod folgt. Nach einer neueren Erklärungen kömmt er von den stagnirenden Sümpfen, welche der Niger im Inneren Afrikas nach seinen jährlichen Ueberschwemmungen zurückläßt. Einen ähnlichen Ursprung hat auch der nahe eben so verderbliche Khamsin in Aegypten.

Die Geschwindigkeit eines gewöhnlichen mittelmäßigen Windes ist 12 bis 16 Fuß in einer Secunde. Sturmwinde durchlaufen in derselben Zeit 30, und heftige Orkane auf dem Meere auch 100 bis 150 Fuß. Nach den über die Stärke der Winde angestellten Versuchen äußert ein Wind auf eine Fläche dieselbe Wirkung, wie das bewegte Wasser, wenn seine Geschwindigkeit die des Wassers 24mahl übertrifft. Ein Orkan, der 120 Fuß in einer Secunde zurücklegt, wird so auf einen Thurm von 150 Fuß Höhe und 30 Fuß Breite eine Kraft von mehr als neun Millionen Pfund ausüben. Die Geschwindigkeit des Windes in den oberen Luftschichten zu bestimmen, darf man nur die Geschwindigkeit der Schatten messen, welche die Wolken auf die Erde projiciren; denn da die höchsten Wolken größtentheils in einer horizontalen Richtung fortziehen, so ist die Geschwindigkeit ihres Schattens auf einer ebenfalls horizontalen Ebene ihrer eigenen Geschwindigkeit gleich.

In Beziehung auf die Temperatur, welche auf den verschiedenen Orten der Erde vorherrschend ist, wird die Oberfläche in fünf Zonen eingetheilt. Die **heiße** Zone, welche auf der nördlichen Seite des Aequators von dem Wendekreise des Krebses, und auf der südlichen von dem des Steinbockes begränzt wird, enthält alle die Orte, welchen die Sonne im Jahre wenigstens einmahl im Zenithe steht. Die beyden **gemäßigten** Zonen zwischen jenen Wendekreisen und den beyden Polarkreisen, enthalten alle Orte, denen die Sonne noch täglich auf- und untergeht, ohne je im Mittage ihr Zenith zu erreichen. Die zwey **kalten** Zonen endlich, die von den bey-

den Polarkreisen eingeschlossen werden, enthalten alle die Orte denen die Sonne mehrere Tage im Jahre im Winter nicht auf- und im Sommer nicht untergeht. Die heiße Zone erstreckt sich von dem Aequator bis $23\frac{1}{2}$ Grad nördlicher und südlicher Breite; die beyden gemäßigten gehen von $23\frac{1}{2}$ bis $66\frac{1}{2}$, und die größeren Breiten endlich werden von den kalten Zonen eingenommen. Die heiße Zone beträgt nahe $\frac{2}{5}$, die beyden gemäßigten die Hälfte, und die beyden kalten $\frac{1}{10}$ der ganzen Erdfläche. Die Eigenthümlichkeiten der heißen Zone sind eine größere Hitze wegen der nahe senkrechten Richtung der Sonnenstrahlen gegen diesen Theil der Oberfläche der Erde; die beynahe immer gleiche Länge des Tages und der Nacht; der beständige Sommer, der nur durch eine periodische Regenzeit unterbrochen ist; die regelmäßigen sowohl, als die der Gesundheit schädlichen Winde; die stärkere Vegetation und das höhere Leben der Thiere; die größere Menge Gewürze, edler Metalle, Edelsteine und Perlen. Die Schatten aller senkrechten Gegenstände endlich fallen im Mittag zweymahl unter sie, und außer diesen beyden Epochen durch einen Theil des Jahres nach Norden, und den anderen Theil nach Süden, daher die Bewohner dieses Erdgürtels zweymahl im Jahre schattenlos, und die andere Zeit hindurch zweyschattig sind. — In den gemäßigten Zonen erscheint die Sonne auch im Mittage nie in dem Zenithe des Beobachters, sondern immer um so mehr von dem Zenithe entfernt, je weiter der Beobachter selbst von dem Aequator entfernt ist, mit welcher letzten Entfernung auch die Ungleichheit der Tage und Nächte immer zunimmt, bis unter den Polarkreisen der längste Tag im Sommer, so wie die längste Nacht im Winter 24 Stunden gleich ist; in diesen beyden Zonen sind die vier Jahreszeiten deutlich unterschieden, aber immer entgegengesetzt, so daß die südliche gemäßigte Zone Frühling oder Sommer hat, wenn wir in der nördlichen Herbst oder Winter haben.

Den Bewohnern dieser Erdgürtel ist der eine der beyden Weltpole immer unter dem Horizonte oder unsichtbar, und die ihnen noch auf- und untergehenden Gestirne beschreiben alle gegen die Ebene des Horizontes schief liegende Kreise, während den Bewohnern des Aequators beyde Pole sichtbar sind und alle Gestirne in senkrechten Kreisen gegen den Horizont auf- und untergehen. — In den kalten Zonen endlich geht die Sonne, wenn sie sich dem dieser Zone nächsten Wendekreise nähert, nicht unter, sondern in Kreisen um sie herum, und in den beyden Polen selbst ist sie die eine Hälfte des Jahres über, die andere unter dem Horizonte. Die Kälte nimmt hier mit der Annäherung zu den beyden Polen, besonders zu dem südlichen, schnell zu, und erreicht endlich einen Grad und eine Ausdauer, welche beynahe alles vegetabilische und animalische Leben hindert, und dafür die todten, meilengroßen und himmelhohen Eisberge aufthürmt, die den kühnen Schiffer oft plötzlich einschließen, und auch dem Muthigsten, bey dem Anblicke dieser ungeheueren schwimmenden Massen seine Ohnmacht fühlen lassen.

Diese Verschiedenheiten der drey Zonen hängen allerdings vorzüglich von den verschiedenen Entfernungen derselben von dem Aequator, und daher von der Richtung der Sonnenstrahlen ab, die in dem heißen Gürtel senkrecht, und in dem kalten immer nur sehr schief gegen den Horizont auffallen. Aber das eigentliche Clima oder die Temperatur der verschiedenen Theile der Erdoberfläche hängt wenigstens nicht allein von der geographischen Breite derselben, oder von jener Richtung der Sonnenstrahlen, und noch weniger von der Entfernung der Sonne ab, da diese in unserem Winter der Erde näher ist, als im Sommer. Schon die größere Länge der Sommertage in hohen nördlichen Breiten erhöht dort oft die Temperatur auf einen Grad, den man selbst in manchen tropischen Gegenden nicht kennt. So steigt zu Ende

des Julius in den nördlichen Breiten von 60 Graden, wo der längste Tag 20 Stunden dauert, die Hitze noch bis über 30 Grade Reaumur; im siebzigsten Grade macht sie noch das Pech der Schiffe flüssig, und selbst im achtzigsten Grade vermag sie noch den durch den vorhergegangenen langen Winter tief gefrornen Boden aufzuthauen, und die ihm anvertrauten Pflanzen durch eine unseren Treibhäusern ähnliche sehr schnelle Vegetation zur Reife zu bringen; aber über diesen Parallelkreis hinaus nimmt ihre mittägliche Höhe, und mit dieser ihre erwärmende Kraft so sehr ab, daß die Productionskraft der Natur in diesen Gegenden sich beynahe nur auf die Bildung des Eises beschränket, welches hier mit jedem Jahre zuzunehmen scheint.

Wenn die geographische Breite eines Ortes allein das Clima desselben bestimmte, so könnten nicht viele Gegenden selbst der heißen Zone, besonders in Amerika, das ganze Jahr hindurch einer sehr gemäßigten Temperatur sich erfreuen; so würde Philadelphia nicht so viel kälter seyn als Neapel, da beyde Städte nahe gleichweit von dem Aequator entfernt sind; so würden die Winter an den Küsten von Norwegen nicht so viel milder seyn können, als die des inneren Schwedens, und noch mehr die von Sibirien unter denselben Breiten, u. s. f. Die vorzüglichsten Ursachen, außer der geographischen Breite, welche das Clima eines Ortes bestimmen, sind die localen Verhältnisse, und die nächsten Umgebungen dieses Ortes. Hierher gehört vorzüglich die Höhe des Ortes über der Meeresfläche, da mit dieser Höhe die Temperatur abnimmt, wovon wir die Ursache oben angegeben haben.; die Nachbarschaft des Meeres, das als ein schlechter Wärmeleiter, langsamer als die Erde erkaltet, und daher im Winter der angränzenden Atmosphäre seine Wärme mittheilt, im Sommer aber durch seine immerwährenden Ausdünstungen, die viel Wärmestoff absorbiren, die

Hitze der Atmosphäre wieder mildert; große Waldungen, welche Wolken und Nebel anziehen, bey ihrem Wachsthume viel Licht und Wärme verbrauchen, und sie der Atmosphäre entziehen, und welche Schnee und Eis, unter der undurchdringlichen Decke ihrer Aeste viel länger bewahren, als besonnte Ebenen; hohe Gebirge, welche die kalten Nordwinde abhalten; unbebaute trockene Gegenden und Sandwüsten, welche die Temperatur der Atmosphäre erhöhen, da ihre Wärme weder zur Verdünstung des Wassers, noch zur Unterhaltung der Vegetationsprozesse verwendet wird u. s. w.

Von allen diesen angeführten Ursachen der Temperatur ist aber die Erhöhung über dem Meere die vorzüglichste. In den Tropenländern von Amerika hängt die Wärme der Orte fast gar nicht von der geographischen Breite, sondern nur von ihrer Höhe ab, da man dort mitten in der heißen Zone weit verbreitete Ebenen über acht bis neun tausend Fuß über dem Meere findet, die ein sehr gemäßigtes, ja kaltes Klima haben, und da man z. B. von dem Rio de Guayaquil bis zu dem Gipfel des Chimborasso alle Climate von der Tropenregion bis zur Polarzone durchwandert. Aus demselben Grunde sind in der alten Welt sowohl als in der neuen die östlichen Gegenden, als die höheren, immer viel kälter, als die westlichen. So liegt die Mitte Deutschlands mit dem Peterpaulshafen in Kamtschatka in derselben Breite, während das Clima beyder Gegenden doch so ungemein verschieden ist; und eben so friert in Canada an der Ostküste Amerikas der Boden oft auf zwanzig Fuß tief ein, während in demselben Parallelkreise im Nootkasunde an der Westküste auch die kleinern Flüsse vor dem Januar nicht stehen bleiben. Ueberhaupt aber befindet sich über jedem einzelnen Orte der Erde in der Atmosphäre ein Punkt, wo selbst in der Mitte des Sommers Eis und Schnee nicht aufthauet, oder wo das

Thermometer nicht über den Gefrierpunkt steigt, und eine durch alle diese Punkte gezogene Fläche, heißt die Schneegränze, weil Gebirge, deren Gipfel über jene Gränze sich erheben, von ewigem Schnee bedeckt sind. Nach Humboldt liegt die Schneegränze unter dem Aequator 14800 P. Fuß über der Meeresfläche; an dem nördlichen Wendekreis 14200 und unter der nördlichen Breite . . . . P. Fuß

von	30° (Himalaja) . .	13500
	35°	11100
	40	9860
	45 (Alpen) . .	8500
	70	3400

Die Schneegränze ist also unter dem Aequator am höchsten, und senkt sich von da gegen die Pole immer tiefer zur Erde, bis sie endlich in der Nähe der Pole selbst mit der Meeresfläche zusammenfällt. Auf der südlichen Hemisphäre, wo überhaupt die Kälte vorherrscht, ist jene Gränze überall für dieselben Breiten niedriger, als auf der nördlichen. — Wenn man die Höhe des Thermometers zu allen, oder doch zu mehreren Stunden eines Tages beobachtet, und die Summe der erhaltenen Grade durch die Anzahl der Stunden dividirt, so erhält man die sogenannte mittlere Temperatur dieses Tages; und wenn man diese Beobachtungen vieler Tage lang fortsetzt, und die Summe der so erhaltenen mittleren Temperaturen jedes Tages durch die Anzahl der Tage dividirt, so erhält man die mittlere Temperatur des Beobachtungsortes, die also desto genauer seyn wird, je größer die Anzahl der Beobachtungen ist. Diese mittleren Temperaturen sind für die vorzüglichsten Orte der Erde:

	Reaum.		Reaum.
Guyara	22°5	Wien	8.6
Batavia	21°5	London	8.4
Havanna	20.5	Genf	7.7
Kairo	18.0	Dublin	7.4
Cap der gut. Hoffnung	15.5	Prag	7.2
Port Jackson . .	15.2	Berlin	6.7
Neapel	14.4	Kopenhagen . . .	6.1
Mexico	13.5	Stockholm . . .	4.8
Rom	12.6	Quebeck	4.4
Mailand	10.6	Abo	4.2
Peking	10.2	Moskau	3.6
Paris	8.8	St. Petersburg .	2.5

Wenn man die mittleren Temperaturen der angeführten Orte mit der geographischen Breite derselben vergleicht, so findet man beynahe keine Uebereinstimmung zwischen Temperatur und Breite. Zieht man aber auf einer Karte durch alle die Orte, welche den Beobachtungen zu Folge dieselbe mittlere Temperatur haben, eine krumme Linie, so erhält man die sogenannten isothermischen Linien von 5°, 10°, 13° jeder Temperatur, und man findet, daß die isothermischen Linien in der heißen Zone dem Aequator nahe parallel laufen, und von da mit den wachsenden Breiten immer unregelmäßiger werden, doch so, daß sie alle sich am meisten gegen den Nordpol erheben östlich in der Nähe des Meridians, der durch die Mitte von Deutschland geht, und westlich in einem durch die Westküste Amerikas gehenden Meridian, und daß sie sich wieder am meisten gegen den Aequator herabsenken, östlich an einem durch China, und westlich an einem durch die Ostküsten von Nordamerika laufenden Meridian, so daß also die den beyden ersten Meridianen zunächst liegenden Orte bey gleicher Entfernung vom Aequator eine höhere, und die der beyden letzten Meridiane eine tiefere Temperatur haben, als die von diesen Meridianen weiter entfernten Orte.

Wenn man die Mittel der thermometrischen Beobachtungen eines Ortes, etwa von zehn zu zehn Tagen, durch den Lauf eines ganzen Jahres betrachtet, so findet man die jährliche Wärmeänderung dieses Ortes. Brandes hat (in seinen Beyträgen zur Witterungskunde, Leipzig 1820) für zwölf der vorzüglichsten Städte Europas, diese jährliche Wärmeänderung in eine Tafel gebracht, welche das Wachsen und Abnehmen der Wärme an diesen Orten gleichsam mit einem Blicke übersehen läßt. Bey allen diesen Orten fällt, wie man aus jener Tafel sieht, die größte Kälte in die ersten Tage des Januars; dann nimmt sie bis zu Ende dieses Monathes langsam ab; mit dem Anfange des Februars scheint wieder eine neue Kälte einzutreten, die bis zur Mitte dieses Monathes steigt, wo sie wieder abnimmt, um in der ersten Decade des März neuerdings wieder etwas zu steigen, bis endlich mit dem letzten Drittheile des März ein allgemeines Steigen der Wärme beginnt. Der Zeitpunkt der größten Wärme fällt in allen südlichen Gegenden später, als in den nördlichen; in Rom auf den 6. August, in Manheim auf das Ende des Julius, in Petersburg auf den 22sten Julius, in Umea (in Schweden, Breite 63° 50′) schon auf den 7. Julius. Eigentlich erreicht die Wärme an allen diesen Orten zweymahl ihr Maximum, zu Ende des Julius, und dann nach einem mehr oder minder beträchtlichen Sinken, um die Mitte Augusts, in welcher letzten Epoche sie aber nicht mehr so hoch steigt. Nach dieser Zeit erfolgt in den nördlichen Gegenden früher, in den südlichen später ein allmählig zunehmendes Sinken der Wärme; um die Mitte Octobers scheint ein Stillstand von 5 bis 10 Tagen einzutreten; gegen Ende dieses Monathes hebt sich die Wärme wieder um einige Grade, und sinkt dafür desto schneller in der Mitte des Novembers ohne eine weitere merkliche Unterbrechung bis zu Ende des Jahres, oder bis in die Mitte des Januars.

Die mittlere Temperatur am Aequator in der alten, wie in der neuen Welt ist nach Humboldt 22°5 Reaumur. In Petersburg steigt die größte Hitze öfter bis +27, in Wien und Paris auf 30, in Lissabon auf 32, und in Kislar (am Terekflusse), auf 35 Grade.

Die nördliche gemäßigte Zone hat daher im Sommer wärmere Tage als die heiße Zone; dafür steigt aber auch die Kälte im Winter in Kislar auf 25; in Petersburg auf 31, und in Kasan auf 35. — Die höchste bisher bekannte Temperatur wurde zu Edfu in Aegypten beobachtet, wo sie im Jahre 1799 auf +43° R. gestiegen seyn soll; die niedrigste 45° R. aber wurde zu Calix im nördlichen Lapplande im Jahre 1820 am Christtage beobachtet.

Ueber die Temperatur des Inneren der Erde ist man noch ungewiß. Nach einigen Beobachtungen nimmt die Wärme in Schachten mit der Tiefe zu, nach andern sogar ab. Auch die Temperatur des Meerwassers soll mit der Tiefe desselben abnehmen, so daß es vielleicht am Boden des Meeres eben so eine Eisgränze gibt, wie in den Höhen der Atmosphäre eine Schneegränze, wodurch die von mehreren Geologen aufgestellte Hypothese einer der Erde eigenthümlichen Centralwärme, welche den Vulcanen und den warmen Quellen ihren Ursprung geben soll, nicht bestätiget werden würde.

Eben so unerwiesen ist die andere ähnliche Hypothese, nach welcher sich im Mittelpunkte der Erde ein großer Magnet befindet, der durch seine, nach bestimmten Gesetzen fortgehende Bewegung die bekannte Aenderung der Lage unserer Magnetnadel bewirkt. Wahrscheinlich ist die ganze Erde selbst als ein großer mit Polarität begabter Magnet zu betrachten, dessen Nordpol den Südpol unserer Nadeln und umgekehrt anzieht.

Nach Gay-Lussac äußert die magnetische Kraft der Erde selbst in einer Entfernung von 21000 Fuß über ihrer Ober-

fläche noch keine merkliche Abnahme, und Humboldt hat gefunden, daß diese Kraft der Erde mit der geographischen Breite wachse. Nach Hansteen ist diese Kraft periodischen täglichen Aenderungen unterworfen, und ihr Minimum hat um 10½ Uhr Morgens, so wie ihr Maximum um 4½ Uhr Abends Statt; auch ist sie im Winter größer als im Sommer, woraus zu folgen scheint, daß die Wärme auf den Erdmagnetismus eben so schwächend wirkt, wie auf unsere künstlichen Magnete, die bekanntlich durch die Gluthhitze ihre Kraft gänzlich verlieren. Nach Coulombs sinnreichen Versuchen steht die Größe der magnetischen Kraft im verkehrten Verhältnisse mit dem Quadrate der Entfernung. — Die wichtigste Erscheinung der Magnetnadeln aber bleibt immer ihre Richtung gegen die beyden Erdpole, und die bisher noch nicht vollständig erklärte regelmäßige Veränderung dieser Richtung sowohl, als auch die ihrer Neigung gegen den Horizont, von welchen jene unter dem Nahmen der Declination, und diese unter dem der Inclination bekannt ist. Verbindet man die Punkte der Erde, für welche die Declination der Magnete Null ist, oder für welche die Nadel genau von Süd nach Nord zeigt, durch eine krumme Linie, so erhält man den ersten magnetischen Meridian, der im Anfange des achtzehnten Jahrhunderts durch Spitzbergen, Persien und Neuholland; in der Mitte jenes Jahrhundertes aber durch London und Paris, und jetzt durch die Mitte des atlantischen Meeres zwischen Europa und Amerika geht. Eben so periodisch veränderlich sind die anderen Meridiane, deren Declination 5, 10, 15, ... Grade von der Mittagslinie ist. Die kleineren täglichen Aenderungen der Declination fangen nach Cassini um 8 Uhr Morgens an zu wachsen, erreichen ihr Maximum gegen 1 oder 2 Uhr, und nehmen von da bis 8 Uhr Abends wieder ab, und diese täglichen Aenderungen sind in den Sommermonathen, wo sie gegen 15 Minuten betragen, um nahe 5 Minuten grö-

ßer, als in den Wintermonathen. — Eben so verschieden, aber noch weniger genau untersucht, scheinen die Inclinationen des Magnetes zu seyn. Verbindet man die Punkte, wo die Inclination ganz verschwindet, also die Nadel horizontal steht, so erhält man eine krumme Linie auf der Oberfläche der Erde, die sich nie über 15 Grade von dem Aequator entfernt, und ihn an mehreren Punkten schneidet. Zu beyden Seiten dieser Linie, die man den magnetischen Aequator der Erde nennt, nimmt die Inclination mit der Entfernung von dem Aequator zu, so daß auf der Nordseite desselben der Nordpol, und auf der Südseite der Südpol unter dem Horizonte steht. Capitän Parry fand sie bey seiner ersten Nordpolexpedition gleich 88° 43′ unter einer Breite von 74° 47′. Um diese wunderbaren Erscheinungen zu erklären, nahm Halley vier, Euler aber nur zwey magnetische Pole an; Mayer setzt einen in dem Mittelpunkte der Erde frey schwebenden Magnet voraus, und läßt die Neigung seiner Axe gegen die Rotationsaxe der Erde sich jährlich um 8″15 ändern, und seinen Mittelpunkt jährlich um nahe eine Meile sich von dem Mittelpunkte der Erde entfernen. Biot will jene Erscheinungen aus vielen kleinen in der Erde zerstreuten Magneten; Steinhäuser aus der Bewegung eines in der Erde sich befindlichen kleinen magnetischen Planeten; Hansteen aus zwey cylindrischen, im Innern der Erde sich schneidenden Magneten erklären, u. s. f. Die wahre Auflösung aber dieses mit großen Schwierigkeiten verbundenen Problemes scheint den folgenden Zeiten aufbehalten zu seyn.

Fünftes Capitel.

Der Mond.

Wenn wir uns auf die Oberfläche der Sonne versetzen könnten, so würden wir unsere Erde, als eine kleine lichte Scheibe von 17 Secunden im Durchmesser, oder nahe von der Größe, in welcher uns jetzt Saturn ohne seinem Ringe erscheint, in 365¼ Tagen um die Sonne gehen sehen, während ein anderer kaum sichtbarer Lichtpunkt von 5 Secunden im Durchmesser um diese Erde sich bewegt, jeden Umlauf in 29½ Tagen vollendet, bald rechts bald links von der Erde steht, und sich nie mehr als um den vierten Theil des Sonnendurchmessers, wie er uns hier erscheint, von der Erde entfernt. Dieses Lichtpünktchen ist unser Mond, welcher in der Zeit, in der die Erde sich um die Sonne bewegt, nahe $12\frac{2}{5}$mahl, um die Erde geht, indem er sie in ihrer jährlichen Bahn begleitet. Die Geschwindigkeit, mit welcher der Mond in einem Monathe um die Erde läuft, ist nur der dreyßigste Theil jener, womit die Erde, und mit ihr der Mond sich jährlich um die Sonne bewegt, und diese doppelte Bewegung unseres Satelliten ist sehr zusammengesetzt, da seine Bahn nicht, wie die der Erde, ein einfacher Kreis ist, sondern einer in zwölf bis dreyzehn Knoten geschlungenen Schnur gleicht, welche Knoten aber selbst nach Millionen von Jahren nie wieder auf dieselben Punkte jener Schnur zurückfallen.

Der wahre Durchmesser des Mondes beträgt 480 geographische Meilen, also seine Oberfläche 727600 Quadrat- und sein Inhalt $58\frac{1}{3}$ Millionen Cubikmeilen. Die Oberfläche des Mondes beträgt also nahe doppelt so viel, als die des russischen Reiches und sie ist ein $\frac{8}{100}$ von der Oberfläche der ganzen Erde, so wie ihr körperlicher Inhalt ein $\frac{2}{100}$ von

dem der Erde beträgt. Die mittlere Horizontalparallaxe des Mondes unter dem Aequator ist 0° 57′ 1″, also seine mittlere Entfernung von dem Mittelpunkte der Erde gleich $\frac{1}{\text{Sin. p}}$ oder 60.2965 Halbmesser des Erdäquators, oder nahe 51820 geogr. Meilen, und der Durchmesser desselben erscheint uns in dieser Entfernung, wenn er an dem Horizonte steht, unter dem Winkel von 31′ 7″.4, doch kann er nach seinen verschiedenen Entfernungen von der Erde bis 29′ 22″ abnehmen, und bis 33′ 31″ wachsen, also bald kleiner bald größer werden, als der mittlere Durchmesser der Sonne, der gleich 32′ 3″ ist. Die Masse des Mondes ist der 68te bis 70te Theil der Erdmasse, und die Dichte dieser Masse ist nahe $\frac{2}{3}$ von der Dichte der Erdmasse, also nahe gleich der Dichte unseres reinsten weißen Glases; seine Anziehung endlich auf die Körper von seiner Oberfläche ist fünfmahl kleiner, als die Anziehung der Erde, so daß freyfallende Körper, die bey uns in der ersten Secunde nahe fünfzehn Fuß zurücklegen, auf der Oberfläche des Mondes nur 2.8 Fuß durchlaufen.

Wenn man die oben gegebene Parallaxe um eine Secunde vermindert, so wird dadurch die mittlere Entfernung des Mondes von der Erde um 15 geogr. Meilen *), also nur um den 3350ten Theil dieser Entfernung vermehrt. Nach den neuesten sehr genauen Untersuchungen kann aber die Unsicherheit der Bestimmung der Parallaxe nicht leicht eine Secunde

*) Ist r die Entfernung des Mittelpunktes des Mondes von dem der Erde, und p die Horizontalparallaxe des Mondes, so ist, wenn der Halbmesser der Erde die Einheit ist, $r \,\text{Sin}\, p = 1$. Ist daher dr die Veränderung von r die aus der gegebenen Aenderung dp von p folgt, so ist:

$$dr = -\frac{r\,dp}{p}.$$ Für $r = 60.3$, $p = 3421''$ und $dp = 1''$ wird $dr = 0.0176$ Erdhalbmesser $= 15$ Meilen.

übersteigen, so daß wir also die mittlere Entfernung des Mondes von der Erde auf 15 Meilen oder auf den 3350ten Theil dieser Entfernung selbst genau kennen, was sehr viel ist, da man wohl nur von den wenigsten großen Städten der Erde, z. B. von Lissabon bis Petersburg oder von Wien bis Peking, die Entfernung derselben bis auf ihren 3350ten Theil genau kennen wird.

Die Leser, welchen bey der Lectüre desjenigen, was wir (II. S. 349) über diese Gegenstände gesagt haben, noch einige Dunkelheiten zurückgeblieben sind, werden vielleicht hier ohne Mißvergnügen eine einfachere Darstellung der Mittel finden, durch welche es den Astronomen gelungen ist, nicht nur die Entfernung jener Gegenstände, zu denen man doch nicht selbst gelangen kann, mit einer so großen Genauigkeit zu messen, sondern auch, was vielen noch unglaublicher scheint, die Größe und Masse, die Dichte und selbst die Schwere des Mondes zu bestimmen. — Es ist bekannt, daß Lacaille zu dieser Absicht eine Reise nach dem Vorgebirge der guten Hoffnung machte, wo er nebst anderen Gestirnen auch den Mond beobachtete, während andere Astronomen, der getroffenen Verabredung gemäß, ihn ebenfalls von ihren Sternwarten in denselben gegebenen Augenblicken beobachten sollten. Als sie ihre Geschäfte vollendet hatten, und ihre Beobachtungen mit einander verglichen, fand sich z. B. daß Lacaille den Mond ganz nahe an einem Fixstern gesehen hatte, während er für den anderen Beobachter in demselben Augenblicke noch um beynahe zwey ganze Grade davon entfernt war. Nehmen wir der Kürze wegen an, daß dieser andere Beobachter auf einem Orte der Erde stand, der dem Cap gerade gegenüber liegt, daß also die Entfernung der beyden Astronomen dem Durchmesser der Erde gleich war. Wenn man aber den Mond zu gleicher Zeit von zwey entgegen gesetzten Punkten des Durchmessers der Erde betrachtet, so er-

scheint er beyden Beobachtern an zwey verschiedenen Punkten des Himmels, und die Entfernung dieser beyder Punkte beträgt nahe zwey Grade. Dieß vorausgesetzt, ziehe man auf der Tafel eine willkührliche gerade Linie, welche den Durchmesser der Erde vorstellen soll, und setze mit dem sogenannten, jedem bekannten Transporteur an die Endpunkte dieser Linie zwey andere, deren jede mit jener ersten einen Winkel von 89 Graden bildet, so werden sich diese beyden letzten Linien verlängert unter einem Winkel von zwey Graden schneiden, wodurch man also ein Dreyeck erhält, dessen Scheitel den Mittelpunkt des Mondes und dessen Basis den Durchmesser der Erde bezeichnet, während die beyden anderen größeren Seiten die Entfernung des Mondes von der Erde vorstellen. Mißt man dann mit einem gradlinigten Maßstabe die Seiten dieses Dreyeckes, so findet man daß jede der zwey großen Seiten, nahe dreyßigmahl so groß ist, als die kleine, das heißt also, daß die Entfernung des Mondes von der Erde nahe $30\frac{1}{10}$mahl so groß ist, als der Durchmesser der Erde. Da aber der Durchmesser der Erde, aus wirklichen Messungen der letzteren gleich 1720 d. M. gefunden wurde, so ist auch die Entfernung des Mondes von der Erde 51800 Meilen, nahe so, wie wir oben gefunden haben. Daß es übrigens bey diesen Messungen und Berechnungen etwas genauer zuging, wird man ohne meine Versicherung glauben: hier war es genug, gezeigt zu haben, wie man ohne alle geometrischen oder mathematischen Kenntnisse die Entfernung des Mondes von der Erde wenigstens beynahe bestimmeu kann.— Noch leichter läßt sich, wenn man einmahl die Entfernung des Mondes kennt, seine wahre Größe bestimmen, da man dazu weder doppelter Beobachtungen, noch weiter und kostspieliger Reisen bedarf. Wenn man nähmlich den scheinbaren Durchmesser des Mondes, d. h. den Winkel, unter welchem uns dieser Durchmesser erscheint, durch irgend eine Beobach-

tung bestimmt und z. B. gefunden hat, daß er 32 Minuten beträgt, so darf man nur auf der Tafel zwey gerade Linien ziehen, welche sich unter demselben Winkel von 32 Minuten schneiden, und diese Linien in einiger Entfernung von ihrem Durchschnittspunkte durch eine dritte kleinere gerade Linie unter gleichen Winkeln verbinden, welche letzte also den Durchmesser des Mondes vorstellt, während der Durchschnitt der beyden andern den Mittelpunkt der Erde bezeichnet. Mißt man dann die Linien des so erhaltenen Dreyeckes, so findet man, daß jede der beyden größern nahe 107mahl größer sind, als die kleinere, daß also der wahre Durchmesser des Mondes nur den 107ten Theil seiner Entfernung, oder da die letzte 51800 Meilen beträgt, nur gleich 484 Meilen ist, nahe so, wie wir oben angenommen haben. Kennt man aber den Durchmesser des kugelförmigen Mondes, so sind damit auch alle seine anderen Dimensionen, die Peripherie eines seiner größten Kreise, die Oberfläche und der körperliche Inhalt desselben ebenfalls gegeben.

Bisher ging also noch alles, was die Entfernung und Größe des Mondes betrifft, ganz natürlich zu, und man sieht von selbst, daß das, was von dem Monde gesagt wurde, sich auch, nur mit geringen Aenderungen, auf alle übrigen Körper unseres Sonnensystemes anwenden läßt, und das gezeigte Verfahren ist so einfach und so leicht, daß jeder Leser auch ohne alle Kenntniß der Geometrie es von selbst hätte finden können. Wenn aber die Astronomen noch weiter gehen, und durch ihre früheren glücklichen Erfolge aufgemuntert, es nun auch unternehmen wollen, jene Körper, von denen sie doch durch Millionen von Meilen getrennt sind, nicht nur gleichsam mit der Elle in der Hand abzumessen, sondern sogar wie auf einer Wage abzuwägen; wenn sie uns nun erzählen, wieviel mehr die Sonnenkugel wiege, als unsere Erde, oder wie sich die spezifische Schwere der Masse, aus

welcher Jupiter besteht, zu der verhalte, aus welcher unsere Erde gebildet wurde; wenn sie, die nie dort gewesen sind und nie hinkommen können, sie, die so oft gestehen, daß sie selbst von dieser ihrer Erde, auf welcher sie doch herumgehen, kaum die äußerste Rinde und auch diese nur höchst unvollkommen kennen, wenn sie es nun sogar wagen, uns zu sagen, wie viel schneller die Steine auf der Oberfläche der Sonne oder des Jupiters fallen, als auf der der Erde, so wird man dem, der mit ihren Künsten nicht bekannt ist, es kaum verargen, wenn er ein Mißtrauen gegen diese Versicherungen hegt, und von ihnen denkt, was man so oft von den Reisenden zu sagen pflegt, die aus fremden weit entlegenen Ländern uns beynahe unglaubliche Wunderdinge zu erzählen pflegen. Allein wir werden gleich sehen, daß diese Versicherungen der Astronomen eben so gegründet sind, als sie wunderbar scheinen.

Welches immer die Ursache seyn mag, die die Planeten und die Cometen um die Sonne, als um ihren gemeinschaftlichen Mittelpunkt, eben wie den Stein in der Schleuder um die Hand, in nahe kreisförmigen Bahnen bewegt, so ist doch das klar, daß diese uns unbekannte Ursache, die wir Kraft nennen wollen, dort eben so in der Sonne, wie hier in der bewegenden Hand seyn müsse, und diese Kraft alle Körper an sich zu ziehen, und sie gleichsam an einem, obschon uns unsichtbaren Seile um sich zu führen, muß eine Eigenschaft der Materie oder der Masse seyn, aus welcher die Sonne besteht. Was Kraft, was Masse eigentlich ist, und wie diese Masse die Eigenschaft haben könne, alle anderen Massen an sich zu ziehen, ist uns unbekannt und wird auch wohl immer ein Räthsel für uns bleiben, aber hier reicht es hin zu wissen, daß eine solche Kraft der Materie da seyn muß, weil wir ihre Wirkungen deutlich sehen. Uebrigens bemerken wir dieselbe Erscheinung, nähmlich die gegenseitige Anziehung der Kör-

per, jeden Augenblick auf der Erde selbst in unserer Nähe, und jede zwey Wassertropfen, die auf einer glatten Fläche, wenn sie sich nahe kommen, von selbst in einander fließen, geben uns dasselbe Phänomen der Anziehung wieder, dessen Daseyn selbst also außer Zweifel ist, obschon ihre eigentliche Ursache, die innere Natur dieser Anziehung, uns hier bey den Wassertropfen nicht minder unerklärbar ist und bleiben wird, als dort bey den Planeten. Wenn aber die Kraft der Sonne es ist, welche die Planeten um sie treibt, so ist auch klar, daß wenn die Sonne plötzlich eine größere Kraft, oder was dasselbe ist, eine größere Menge Masse erhielte, daß dann die Planeten, wenn ihre gegenwärtigen Entfernungen von der Sonne dieselbe blieben, ebenfalls stärker zur Sonne angezogen, und daher schneller um sie bewegt werden würden. Das Verhältniß der Halbmesser der kreisförmigen Bahn der Planeten zu ihrer Umlaufszeit in der Peripherie dieser Kreise hängt also von der Kraft, d. h. von der Masse der Sonne ab, und wenn diese Kraft sich ändert, so muß auch jenes Verhältniß sich ändern, so daß man also auch, wenn jenes Verhältniß bekannt ist, daraus diese Kraft oder die Masse der Sonne ableiten kann. Wenn man daher noch eine andere Sonne hätte, um welche sich ebenfalls Planeten bewegten, und wenn man aus den Beobachtungen in jenem Sonnensysteme ebenfalls das Verhältniß der Halbmesser der Planetenbahnen zu ihren Umlaufszeiten kennte, so würde man daraus, wie zuvor, auch die Masse dieser neuen Sonne ableiten, und daher auch die Massen beyder Sonnen unter einander zu vergleichen im Stande seyn. Allein ein solches zweytes System haben wir glücklicher Weise in unserer Nähe. Diejenigen Planeten nähmlich, welche Satelliten oder Monde haben, wie unsere Erde, Jupiter u. a. verhalten sich in dieser Beziehung zu ihren Monden, wie die Sonne sich zu ihren Planeten verhält. Es ist aber aus dem Vorhergehenden be-

kannt, daß jenes Verhältniß des Halbmessers der Bahn zu der Umlaufszeit der Planeten in derselben darin besteht, daß die Würfel der ersten dem Quadrate der letzten proportionirt sind. (I. S. 193) Dividirt man daher z. B. bey dem Jupiter den Würfel seiner mittleren Entfernung von der Sonne durch das Quadrat seiner Umlaufszeit, so erhält man eine gewisse Zahl A, welche für jeden andern Hauptplaneten des Sonnensystems dieselbe bleibt, und welche, als der Kraft oder als der Masse der Sonne proportionirt angesehen werden kann. Dividirt man dann eben so von einem der vier Monde Jupiters den Würfel seiner mittleren Entfernung von den Hauptplaneten, durch das Quadrat der Umlaufszeit dieses Mondes um Jupiter, so erhält man eine andere Zahl B, die ebenfalls durch das ganze System der Jupitersmonde dieselbe bleibt, und die als der Masse Jupiters proportionirt angesehen werden kann. Nimmt man also die Masse der Sonne als Einheit an, so kennt man sofort auch die Masse Jupiters, die nähmlich gleich $\frac{B}{A}$ ist. Auf diese einfache Art hat man gefunden, daß die Masse Jupiters nur der 1250te Theil der Sonnenmasse ist, und daß also zugleich dieselbe Masse Jupiters 316mahl größer, als die der Erde ist. Da aber der Durchmesser Jupiters 11mahl größer ist, als jener der Erde, so ist sein körperlicher Inhalt 1331mahl größer, als der der Erde, d. h. Jupiter enthält in einem 1331mahl größeren Raume doch nur 316mahl mehr Masse, als die Erde, oder dieselbe Masse ist bey Jupiter in einen mehr als viermahl größeren Raum vertheilt, als bey der Erde, oder mit andern Worten: die Materie, aus welcher Jupiter besteht, ist viermahl lockerer, viermahl weniger dicht, als jene, aus welcher die Erde gebildet wurde.

Kennt man auf diese Art die Größe eines Planeten und die Menge der Masse, die er enthält, so ist nur noch ein

Schritt bis zur Bestimmung der Größe, um welche die Körper auf der Oberfläche jedes Planeten in der ersten Secunde frey fallen. Die Kraft, welche den Körper auf den Planeten fallen macht, d. h. die Kraft, welche alle Körper auf der Oberfläche der Planeten zu dem Mittelpunkte derselben zieht, ist dieselbe (vergl. I. S. 222) welche die Monde in ihren Bahnen um diese Planeten treibt; sie verhält sich also ebenfalls, wie die Masse des Planeten, dividirt durch das Quadrat der Entfernung des angezogenen Körpers von dem Mittelpunkte des Planeten. So haben wir nun eben gefunden, daß Jupiter 316mahl mehr Masse hat, als die Erde. Wären also diese beyden Planeten gleich groß, so würden die Körper, die auf der Erde in der ersten Secunde bekanntlich durch 15 Fuß fallen, auf dem Jupiter 316mahl 15 oder 4740 Fuß in derselben Zeit zurücklegen. Da aber der Halbmesser Jupiters nahe 11mahl größer ist, als jener der Erde, so sind auch die Körper auf der Oberfläche jenes Planeten 11mahl weiter von seinem Mittelpunkte entfernt, daher die Anziehung desselben 11mahl, 11 oder 121mahl schwächer wird, d. h. die Körper auf der Oberfläche Jupiters fallen in der ersten Secunde durch $\frac{4740}{121} = 39$ Fuß. *)

Nach dieser Ausschweifung wollen wir nun wieder zu unserem Monde zurückkehren. Schon der erste Anblick des-

---

*) Ist m die Masse, r der Halbmesser der Erde, und f der Fall der Körper auf ihrer Oberfläche, und bezeichnet man dieselben Größen für Jupiter durch M, R und F so ist;

$$f = \frac{m}{r^2} \text{ und } F = \frac{M}{R^2} \text{ also auch } \frac{F}{f} = \frac{Mr^2}{mR^2};$$

Ist aber m = 1 und r = 1 so ist M = 316 und R = 11 also:

$$\frac{F}{f} = \frac{316}{121} = 2{,}61 \text{ und da } f = 15 \text{ Fuß ist,}$$

$$F = (2{,}61)(15) = 39 \text{ Fuß.}$$ (Vergl. II. S. 355)

selben, auch nur durch ein schwaches Fernrohr, zeigt uns, daß seine Oberfläche mit Flecken aller Art, wie ein Blumenfeld mit Thautropfen übersäet ist, deren die einen durch ein helleres Licht vor der übrigen Fläche sich auszeichnen, während die anderen in ein tieferes Dunkel, gleichsam in einen Schatten gehüllt sind. Da wir, mit oder ohne Grund, einmahl gewöhnt sind, alles auf uns selbst zu beziehen, so kam man sehr bald auf den Einfall, jene Flecken mit unseren Bergen und Thälern, Meeren und Flüssen zu vergleichen, mit denen sie auch in der That viel Aehnlichkeit haben. Hevel oder Hevelke, der berühmte astronomische Bürgermeister von Danzig, der den Mond durch viele Jahre zu einen besonderen Gegenstand seiner Beobachtungen machte, führte der erste diese Idee aus, indem er im Jahre 1647 eine umständliche Mondskarte mit einem ganzen großen Foliobande von Erklärungen derselben herausgab, in welcher er jenen Flecken die Nahmen unserer Länder und Meere, und unserer größeren Berge und Thäler gab. Als man später wieder mehrere Unähnlichkeiten der Oberfläche des Mondes mit der unserer Erde zu finden glaubte, und man dem Monde weder eine Atmosphäre, noch Meere und Flüsse gönnen wollte, kamen auch jene früheren Benennungen größtentheils wieder in Vergessenheit. Ein spanischer Astronom suchte sie durch die nach seiner Meinung zweckmäßigeren Nahmen der Heiligen zu ersetzen, während Riccioli die wenigstens nicht mehr angemessenen Nahmen der berühmtesten Philosophen dazu vorschlug, und auch durch den Zufall begünstiget, seinen Vorschlag durchsetzte. Seitdem hat man alle die Weltweisen und Naturforscher, von denen man hier längst schon keine Spur mehr antrifft, in dem Monde wieder aufgefunden, und man sieht da den alten Pythagoras mit Newton, Plato mit Kepler, Aristoteles mit Leibnitz und Tycho in liebevoller Eintracht neben einander stehen, bis herab auf den Rabbi Levi

und den Herrn Riccioli selbst, der sich auf seiner neuen Karte sehr bescheiden mit Nr. 1 bezeichnet hat. Aber ohne uns bey diesen verschiedenen Benennungen weiter aufzuhalten, wollen wir nur bemerken, daß wenigstens die früheren Nahmen der Berge, des Aetna, Sinai, Libanon, Olymp u. s. w., welche Hevelke jenen Flecken zuerst gab, ohne Zweifel die zweckmäßigsten von allen waren, da man schon mit mittelmäßigen Fernröhren die hellen Flecken des Mondes deutlich als Berge erkennt, und sogar auch ihren Schatten bemerkt, der immer auf der, der Sonne entgegengesetzten Seite steht, und nach der jedem Schatten zukommenden Eigenschaft desto länger ist, je niedriger die Sonne für jene Berge steht, so wie er beynahe gänzlich verschwindet, wenn die Sonne sich senkrecht über ihre Gipfel erhebt.

Das Auffallendste bey diesen Mondsgebirgen ist ihre große Höhe: einige derselben übertreffen selbst die höchsten Berge unserer Erde, obschon der Durchmesser des Mondes noch nicht drey Zehntheile des Erddurchmessers beträgt. Es gibt Berge in dem Monde, deren Höhe über 26000 Fuß ist, während der Dhavalagiri im Himalajagebirge nur 24000 Fuß hat, so daß also die Mondsberge im Verhältniß der Durchmesser beyder Weltkörper nahe fünfmahl höher sind, als die unserer Erde.

Diese Mondsgebirge sind nicht alle von gleicher Art. Man kann sie am einfachsten in zwey Gattungen eintheilen, in zusammenhängende Bergadern und in isolirte Ringgebirge, und von beyden Gattungen findet man auf der Erde nur wenig Aehnliches. Die größten Bergadern findet man bey Tycho, Kepler und Kopernikus. *) Ein Punkt, ein großer Bergrücken thürmt sich weit über die Oberfläche des Mondes auf, und von ihm stürzen nach allen Seiten gleich-

*) Man sehe die am Ende beygefügte Mondskarte.

sam ganze Ströme von Gebirgen, wie Lichtstrahlen aus der Sonne, in die umliegenden Ebenen herab. Die Ringgebirge hingegen haben meistens die Gestalt von Kreisen oder von kreisförmigen ausgetrockneten Teichen, und sind rings mit einem erhabenen Walle umgeben, während ihre innere, ebene, oft viele Quadratmeilen große Fläche in ihrer Mitte gewöhnlich einen isolirten kegelförmigen Berg trägt. Zwey der merkwürdigsten dieser Ringgebirge sind Plato und Eudoxus.

Der Kern, der eigentliche Brennpunkt der Bergadern, gehört zu den höchsten Gebirgen des Mondes; niedriger sind gewöhnlich die Ringgebirge, die nur selten sieben bis acht tausend Fuß betragen, und noch niedriger sind die so eben erwähnten Kegel in der Mitte der Ringgebirge.

Am besten wird man die Berge des Mondes kennen lernen, wenn man ihn zur Zeit seiner sogenannten Viertel durch ein Fernrohr betrachtet. Denn im Vollmonde steht die Sonne genau über der Mitte der uns sichtbaren Mondesscheibe, und man kann dann die nur kurzen Schatten der Berge nicht deutlich sehen. Zwar ist der Schatten derjenigen Berge, die an dem Rande des Mondes stehen, zur Zeit des Vollmondes sehr groß, aber dieser Schatten liegt auf der von uns abgewendeten Seite des Berges, und ist daher unsichtbar, da er uns durch den Berg selbst verdeckt wird. Im Neumonde endlich erscheinen uns diese Schatten in einer zu sehr verkürzten Projection auf dem gegen uns sehr schief liegenden Theile der Mondesoberfläche, um gut bemerkt zu werden, da im Gegentheile bey den beyden Vierteln die Sonne für die Mitte der uns sichtbaren Scheibe eben auf- oder untergeht, und daher die Schatten der Berge am größten und deutlichsten zeigt.

Vorzüglich merkwürdig scheinen die oben erwähnten Ring-

gebirge des Mondes zu seyn, da man schon bey ihrem ersten Anblicke kaum zweifeln kann, daß sie alle eigentlich vulcanischen Ursprunges sind. Die Anzahl sowohl, als die Höhe dieser Gebirge zeigt, daß in der Vorzeit, in welche unsere kurze Menschengeschichte nicht reicht, Revolutionen auf dem Monde vorgegangen seyn müssen, von welchen die Ausbrüche unserer Vulcane und selbst unserer heftigsten Erdbeben wohl nur sehr schwache Bilder sind. Der innere Raum, den diese Ringgebirge einschließen, ist gewöhnlich in seiner Mitte vertieft, und kegelförmig ausgehöhlt, wie man an den starken und langen Schatten erkennt, welche diese Berge werfen, Schatten, die an der inneren Seite immer größer und dunkler sind, als an der äußeren. Diese Vertiefungen sind den Kratern unserer Vulcane sehr ähnlich, nur viel größer, und der Krater des Kopernikus hat volle sieben deutsche Meilen im Durchmesser, während der unseres Aetna in Sicilien nur 4000 Fuß im Durchmesser hat, also jener in seiner Oberfläche diesen 1700mahl übertrifft. Da übrigens der größte Theil dieser sonderbaren Ringgebirge eine durchaus regelmäßige Form hat, so scheinen sie auch alle eines gemeinschaftlichen Ursprunges, und die Folge einer großen Catastrophe zu seyn, welche sich zu derselben Zeit über die ganze Oberfläche des Mondes ausgebreitet hat, obschon wohl auch in den späteren Zeiten noch manche kleinere Revolutionen in einzelnen Gegenden ausgebrochen seyn mögen, da man die im Allgemeinen sehr regelmäßig gebildeten Bergwälle wieder durch diese späteren Ausbrüche häufig geborsten und nach allen Richtungen zerrissen erblickt. Diese später folgenden Ausbrüche scheinen auch durch den Anblick der älteren Mondskarte des Hevelke bestätiget zu werden, wenn man sie mit der neueren Karte Schröters vergleicht, da die letzteren viele Flecken, kleinere Gebirge und Einsenkungen enthalten, die in der ersten nicht vorkommen, und da auch im Gegentheile manche andere selbst bedeutende

der älteren Karte, in der neuen gänzlich fehlen. Daß endlich dieselben Naturkräfte, welche früher auf der Oberfläche des Mondes so sehr wütheten, auch jetzt noch ihre Thätigkeit nicht ganz verloren haben, scheint die Beobachtung des Capitän Katers zu bezeigen, der in dem Jahre 1822 einen Feuer auswerfenden Vulcan in dem Monde gesehen haben soll.

Ein charakteristisches Kennzeichen dieser Ringgebirge sind die oben erwähnten Kegel in der Mitte derselben, da sie beynahe in keinem derselben fehlen, obschon sie bey manchen sehr klein sind. Sie scheinen mehr durch innere chemische Kräfte aufgeblähten Blasen, als wirklichen Bergen zu gleichen, etwa weil dort die Eruption zu schwach war, und bloß die Oberfläche des Mondes erhob, ohne sie durchbrechen zu können. Noch muß bemerkt werden, daß die meisten dieser sonst einzeln stehenden Vulcane nicht völlig isolirt, sondern durch gerade Linien und Streifen unter einander verbunden sind, welche vielleicht die unterirdischen Canäle bezeichnen, durch welche die innere Gährung ihren Weg nahm, um an den Stellen, wo sie sich am meisten anhäufte, auszubrechen und förmliche Vulcane zu bilden. Nach Schröters Messungen soll die von den Mondsvulcanen rings um ihrem hohlen Krater ausgeworfene Erde genau so viel betragen, als nöthig wäre, jene Höhle wieder auszufüllen, woraus folgen würde, daß diese Wälle nur durch eine gewaltsame Eruption und zwar größtentheils nicht nach und nach, sondern plötzlich entstanden sind, weil mehrere in verschiedenen Zeiten und an verschiedenen Orten entstandene Ausbrüche nie so regelmäßige Wallgebirge gebildet haben würden, und daß endlich die durch die innere Gährung auf die Oberfläche geschleuderte Masse des Mondes zu jener Zeit sich in keinem flüssigen Zustande befunden haben muß, weil sie nicht, wie die Lava unserer Vulcane, sich auf große Entfernungen stromweise her-

abgegossen, sondern nur in der Nähe der Oeffnung rings um sie wallförmig angelegt hat.

Für diese Beschaffenheit der Mondsmasse spricht auch schon der erste Anblick desselben, da er uns wie ein trockener Gyps- oder Schwefelguß mit unzähligen Blasen bedeckt erscheint. Wenn er, den meisten Beobachtungen zu Folge, beynahe von gar keiner Atmosphäre umgeben ist, so muß es ihm auch an Wasser fehlen, weil z. B. die Meere der Erde, wenn denselben die sie schützende Atmosphäre entzogen würde, schon längst verdünstet wären. Es scheint daher, daß der Mond, dem es an Luft und Wasser fehlt, ein bloßes nacktes, trockenes und unfruchtbares Felsengerippe ist, auf welchem vielleicht weder Leben, noch Vegetation, noch irgend eine Bewegung, sondern nur ewige Ruhe und tiefe Grabesstille herrscht; ein Weltkörper, der sich entweder selbst schon überlebt hat, und jetzt als unbrauchbarer Schlacken aus der Reihe bewohnter und bewohnbarer Welten herausgetreten ist, oder der in einer Art von Verpuppung seinem neuen besseren Leben, seiner Auferstehung entgegen schlummert.

Schröter konnte mit seinen so lichtstarken Fernröhren auch nicht die kleinste völlig ebene Stelle auf der Oberfläche des Mondes finden, ein Beweis, daß es dort kein Wasser gibt, da dessen Oberfläche sich immer in einer Ebene ausbreitet. Eben so wenig können die oben erwähnten häufigen Verbindungslinien zwischen den Vulcanen für eigentliche Flüsse gelten, wie einige behauptet haben, da man an keiner derselben Seitenadern bemerkt, wodurch dem Hauptflusse sein Wasser zugeführt werden könnte, und da sie oft mit tiefen Abgründen in Verbindung stehen, in welchen man wieder nichts als Unebenheiten, und keineswegs etwas unserem Wasser Aehnliches entdecken kann; ja diese Canäle, diese vielleicht seit Jahrtausenden ausgetrockneten Flußbette gehen nicht nur durch jene großen Schluchten, sondern oft selbst mitten durch

die Krater der Vulcane, und durchbrechen oft ganze Systeme von Gebirgen, um auf der entgegengesetzten Seite derselben ihren Lauf ungestört in der alten Richtung fortzusetzen.

Wenn einer der uns näheren Planeten, Venus oder Mars, in seiner Bewegung in die gerade Linie tritt, welche die Erde mit einem Fixstern verbindet, so scheint er uns diesen Stern zu bedecken, und man bemerkt, daß der Stern vor dieser Bedeckung allmählig schwächer wird, je näher ihm der Planet tritt, was man mit Recht den Atmosphären des Planeten zuschreibt, die nach Art dieser Hüllen immer dichter werden, je näher sie dem Planeten sind. Nicht so ist es bey dem Monde, welchen sich die Fixsterne bis unmittelbar an seinen Rand nähern, ohne im geringsten an ihrem Lichte zu verlieren, bis sie endlich plötzlich, in einem gleichsam untheilbaren Augenblicke, hinter dem Rande des Mondes verschwinden, um nach einiger Zeit an dem entgegengesetzten Rande eben so plötzlich wieder in ihrem vorigen Glanze zu erscheinen. Man hat auch daraus den Schluß gezogen, daß der Mond keine Atmosphäre habe, ein Schluß, der durch den bereits oben erwähnten Mangel an Meeren und Flüssen, und auch dadurch bestätiget zu werden scheint, daß man an der Lichtgränze des Mondes keine Dämmerung bemerken konnte. (Vergl. I. S. 432.)

Doch könnte es seyn, daß diese Dämmerung nur zu schwach und jene Wasserbehälter nur zu klein wären, um in der Entfernung von fünfzigtausend Meilen selbst durch gute Fernröhre noch deutlich gesehen zu werden*), und daß daher der

*) Den schönen runden Flecken Plato, dessen Durchmesser nach Schröter zehn deutsche Meilen beträgt, kann man mit einem Fernrohre von einer zehnmahligen Vergrößerung schon deutlich erkennen, da er unter dem Winkel vor 40 Secunden erscheint, woraus folgt, daß man mit einer 200mahligen Vergrößerung Gegenstände im Monde von einer Meile im Durchmesser ebenfalls deutlich sehen

Mond doch von einer, nur von einer viel schwächeren Atmosphäre umgeben wäre, als die Erde. Auch setzen die Revolutionen, welche der Mond in der Vorzeit unstreitig erlitten

---

wird. Allein unsere neueren Fernröhre ertragen eine noch viel stärkere Vergrößerung, und besitzen überdieß eine Lichtstärke, welche man in demselben Grade bey den früheren Werkzeugen dieser Art vergebens sucht. So las Schröter mit seinem siebenfüßigen Spiegeltelescope schon mit einer Vergrößerung 95 in der Entfernung von 1500 Fuß eine ihm unbekannte Schrift, deren Buchstaben nur eine Linie groß waren; und Herschel konnte mit einem seiner früheren Telescope von 18 Fuß Focallänge bereits in der tiefen Dämmerung die Uhrziffer eines entfernten Thurmes deutlich lesen, während er den Thurm selbst mit freyen Augen nicht mehr zu unterscheiden im Stande war, was nicht sowohl der starken Vergrößerung, als der großen Lichtstärke des Fernrohres zuzuschreiben ist, welches die Gegenstände 1500mahl heller zeiget, als mit bloßen Augen. Noch mehr leisteten Herschels später verfertigte Telescope: das von 20 Fuß, mit welchen er seine meisten Entdeckungen gemacht hat, besaß bey einem 18 zolligen Spiegel im Durchmesser die Lichtstärke 5600; das von 25 Fuß Focallänge mit einem Spiegel von 24 Zoll die Lichtstärke 9000, und endlich sein Riesentelescop von 40 Fuß Focallänge mit einem Spiegel von 48 Zoll die Lichtstärke 37000, daher er, wenn in dem letzteren einer der größeren Fixsterne eintreten sollte, lange vor dem unmittelbaren Eintritte einen der Morgendämmerung ähnlichen Schimmer im Felde des Fernrohres erblickte, dessen Helle immer zunahm, bis endlich der Stern selbst gleichsam in einem Feuermeere schwimmend, in dem Glanze der aufgehenden Sonne erschien, und den Beobachter nöthigte, sein geblendetes Auge vor dem herrlichen Schauspiele wegzuwenden, oder wie wir es bey der Sonne zu thun pflegen, es durch gefärbte Gläser zu schirmen. Nicht minder vorzüglich, und wohl noch vorzüglicher sind die dioptrischen Fernröhre unseres berühmten Frauenhofers in München, da man mit einem solchen Fernrohre von 6 Fuß die nahen Doppelsterne, deren Entfernung Herschel nur mit seinem 20 füßigen Telescope messen konnte, sehr deutlich sehen, und da man mit ihnen den Polarstern nicht nur unmittelbar, sondern selbst sein Bild in einem Wasserspiegel am hellen Mittage deutlich sehen und beobachten kann. Mit solchen Werkzeugen muß man die Gegenstände im Monde ohne Mühe erkennen, welche an Größe unseren Kirchen und Pallästen gleichen.

hat, die Existenz des Mittels, durch welche die Natur solche Erscheinungen hervorbringt, das Feuer, und dieses wieder die Luft, wenigstens eine feine Luft voraus, ohne welche kein Feuer bestehen kann. Auch haben neuere und genauere Beobachtungen gezeigt, daß es auf dem Monde doch nicht an aller Dämmerung fehle, und Schröter hat kurz vor und nach dem Neumonde über die Spitzen der sogenannten Hörner heraus öfters ein mattes Zwielicht entdeckt, und daraus die Höhe der Atmosphäre des Mondes, die noch stark genug ist, das Licht zurück zu werfen, zu 800 Fuß berechnet, welches nur der dreyßigste Theil der noch dämmernden Erdatmosphäre ist. Auch erscheinen die Berge des Mondes in einem matteren Lichte, wenn sie nahe an der Lichtgränze liegen, wo ihnen die Sonne eben auf- oder untergeht, als wenn sie tief in der beleuchteten Seite des Mondes liegen, weil die Sonnenstrahlen dort einen längeren Weg durch die untere dichtere Atmosphäre des Randes nehmen müssen, während sie dieselbe in einer darauf senkrechten Richtung auf einem viel kürzeren Wege durchschneiden. Endlich hat man auch, obwohl nur schwache Abänderungen an der Oberfläche des Mondes bemerkt, die unseren Wolken ähnlich zu seyn scheinen, und die Gestalt und Farbe der Flecken und Berge oft so ändern, daß die Schatten der letzteren auf die Seite, auf welcher die Sonne steht, zu fallen scheinen, durch welches alles die Existenz einer, obschon schwachen und sehr feinen Mondesatmosphäre sehr wahrscheinlich wird.

Wir haben bereits oben (I. S. 75) gesehen, daß der Mond sich in derselben Zeit um seine eigene Axe dreht, in welcher er sich um die Erde bewegt, oder daß seine Rotation seiner Revolution gleich ist. Die Axe dieser Rotation steht nahe senkrecht auf der Ebene der Mondsbahn, so daß der Mondsäquator mit seiner Bahn einen Winkel von nur 6°36′, und mit der Ekliptik den noch kleineren Winkel von

1°30′ bildet. Da aber der Wechsel der Jahreszeiten von jenem Winkel der Bahn eines Gestirnes mit seinem Aequator abhängt, und dieser bey dem Monde nahe verschwindet, so folgt, daß auf der Oberfläche des Mondes kein Wechsel der Jahreszeiten statt hat. Die Bewohner des Mondes, die nahe an ihrem Aequator sind, haben die Sonne, wie unsere Tropenländer, immer nahe bey ihrem Zenithe, so wie die Bewohner der beyden Pole sie immer nahe bey dem Horizonte sehen: dort herrscht eine ewige, alles versengende Hitze, und hier eine immerwährende, alles erstarrende Kälte. — Nicht weniger sonderbar sind auch die Tageszeiten auf dem Monde eingerichtet. Bey uns wechselt Tag und Nacht (wenigstens auf dem größten Theil der Erde durch das ganze Jahr) in 24 Stunden regelmäßig ab, weil die Erde in dieser Zeit sich um ihre Axe dreht. Der Mond aber dreht sich erst in 29½ Tagen in Beziehung auf die Sonne um seine Axe, und in dieser Periode werden nach und nach alle Theile des Mondes von der Sonne beschienen, so daß also der Tag auf dem Monde (die Nacht mit eingerechnet) genau so lange, als das Jahr desselben dauert; daß jeder Ort des Mondes die Sonne 14¾ unserer Tage über, und eben so lange unter seinem Horizonte hat, und daß endlich auf dem Monde durch das ganze Jahr und für alle Orte desselben der Tag immer der Nacht gleich ist. Wegen jenem Mangel der Jahreszeiten scheint also die Erwärmung auf den verschiedenen Punkten der Oberfläche dieses Gestirnes sehr ungleich zu seyn, während dafür, wegen der immerwährenden Tag- und Nachtgleiche die Beleuchtung desto gleichförmiger auf ihr vertheilt ist.

Auch der Anblick des gestirnten Himmels von dem Monde wird sehr verschieden von dem seyn, an welchen wir hier schon so sehr gewöhnt sind, daß wir meistens gar nichts mehr dabey zu denken pflegen. Die Bewohner des Mondes

sehen die Sonne und alle Gestirne nicht, wie wir, alle 24 Stunden, sondern erst alle 29 Tage einmahl auf- und untergehen, und bey dieser allgemeinen langsamen Umwälzung des Himmels erblicken sie einen Weltkörper, der alle übrigen an Größe weit übertrifft, der allein von jener allgemeinen Umwälzung eine Ausnahme macht, und der immer in fast völliger Ruhe an dem Gewölbe des Himmels steht, während alle übrigen vor ihm vorüberziehen; unsere Erde nähmlich, die ihren Ort am Himmel für die Mondsbewohner nicht ändert, weil der Mond der Erde, wie wir gesehen haben, immer dieselbe Seite zuwendet. Die Bewohner der Mitte der uns sichtbaren Mondesscheibe sehen die Erde, welche dort selbst die scheinbare Größe der Sonne viermahl im Durchmesser und dreyzehnmahl in der Oberfläche übertrifft, unbeweglich in ihrem Zenithe schweben; die Bewohner des Randes dieser Scheibe sehen sie im Gegentheile wieder unbeweglich an ihrem Horizonte stehen, und die Bewohner der uns abgewendeten Mondsseite endlich sehen von unserer Erde gar nichts, und genießen daher auch weder des herrlichen Anblickes, noch der wohlthätigen Beleuchtung, welche die Erde der vorderen begünstigten Seite des Mondes gewährt.

Der oben erwähnte Mangel einer dichteren Atmosphäre und aller größeren Wasserbehälter, so wie der Wechsel der Jahreszeiten und die allgemeine Dürre und Trockenheit, welche auf der Oberfläche des Mondes zu herrschen scheint, werden ohne Zweifel auf das vegetabilische sowohl als auf das animalische Leben dieses Weltkörpers Einflüsse äußern, von denen wir uns keine angemessene Vorstellung machen können, und die Bewohner des Mondes, wenn es solche gibt, müssen daher von denen der Erde wohl ganz verschieden seyn. Vielleicht wohnen sie, wie bey uns die Fische, nur auf den Boden der Höhlen und Abgründe, wo die Luft durch den Druck der oberen Atmosphäre noch etwas dichter ist, und wo sie sich,

das blendende Licht der Sonne scheuend, wie Austern zusammendrängen, und die Herrlichkeiten des gestirnten Himmels, die sich ihnen auf dem Gipfel ihrer hohen Berge darbiethen würden, andern zu bewundern überlassen. Doch werden sie vielleicht auf mehr als eine Weise für ihre Entbehrung entschädiget. Wenn ihnen ihre Pflanzungen, die kein wohlthätiger Regen erquickt, verdorren, so können dafür unsere Orkane auch nicht ihre Wohnungen zerstören, und das Gebrülle des Donners sie nicht aus ihrem behaglichen Schlafe wecken, und wenn sie des schönen Anblickes der Morgen- und Abendröthe und des Regenbogens entbehren, so werden ihre Tage auch nicht durch Wolken und Platzregen getrübt. Mögen wir immer, die wir, wahrlich nicht wegen unserer Verdienste, den Hauptplaneten inne haben, nicht ohne Stolz auf diese armen Bewohner eines bloßen Satelliten unserer Erde herabsehen, und uns besser, stärker oder klüger dünken, als sie: so mögen doch auch sie wieder, von dem gütigen Urheber der Natur mit anderen Eigenschaften ausgerüstet, ihr von äußeren und inneren Stürmen befreytes Leben in ungestörter Ruhe glücklicher zubringen, als wir, und vielleicht keine Ursache haben, die sie so vornehm bemitleidenden Bewohner der Erde um ihre hochgerühmten Genüsse, und um ihre rauschenden Vergnügungen zu beneiden, denen nun zu oft Schmerz und Trauer zu folgen pflegt. Wenn sie uns an geistigen Kräften nachstehen, so werden sie dafür auch weniger von den Leidenschaften gefoltert, die uns unsere Tage verbittern; wenn wir unser Glück in einem thatenreichen, mit Ehre und Schätzen bedeckten Leben suchen, und meistens nicht finden, so genießen sie, die sich vielleicht gar nicht um das Schattenbild des Ruhmes der Gegenwart und der Nachwelt kümmern, in ihrer ewigen Ruhe, ein zwar weniger glänzendes, aber dafür desto stätigeres und reineres Glück; wenn sie die gerühmtesten unserer Erfindungen, die Buchdruckerkunst, die

Schifffahrt und unsere Dampfmaschinen nicht kennen, so kennen sie dafür auch die Mühseligkeiten und Verkehrtheiten nicht, die wir der ersten, noch die Kriegs- und Kauffartheyschiffe, die wir der zweyten dieser Erfindungen verdanken, durch welche wir das Verderben unser selbst entweder in die fernsten Länder tragen, oder aus ihnen für uns abhohlen; wenn sie endlich, wie man zu sagen pflegt, das Pulver nicht erfunden haben, und mit unserer Rechnung des Unendlichen, so wie mit unserer hyperphysischen Philosophie unbekannt sind, so sind sie es dafür auch mit unserer höhern Taktik, durch welche wir, oft ohne zu wissen warum, unsere Brüder in einer Stunde zu Tausenden vertilgen, blühende Städte in Aschenhaufen, und ganze glückliche Gegenden in Leichenfelder verwandeln. Und in der That, wenn wir uns schon einmahl diesen Gegensätzen überlassen wollen, wer könnte uns widersprechen, wenn wir behaupten wollten, daß wir so manche auf der Erde längst schon verlorne Güter dort allein vielleicht wieder finden würden: den ewigen Frieden, nach welchen wir hier vergebens seufzen, das goldene Zeitalter, welches nur mehr in unseren Gedichten herrscht, und die Unschuld der Sitten, die nach Ariostos lieblicher Dichtung schon längst von der Erde nach dem Monde geflohen ist. Statt sie zu bedauern, sollten wir sie vielleicht beneiden, und statt stolz auf sie herabzusehen, sie bescheiden nachzuahmen, und noch gar manches von ihnen zu lernen suchen, was selbst unsere Gelehrten noch immer nicht recht zu wissen scheinen, wenigstens unsere Geologen, die uns alle Jahrzehnte mit ihren phantastischen Systemen über die Entstehung und Ausbildung der Erde mehr zur Last und zum Spotte, als zur eigentlichen Belehrung dienen. Denn es ist wohl kein Zweifel, daß die Bewohner des Mondes diese unsere Erde, im Großen wenigstens, viel besser kennen, als alle unsere Geologen und Geographen zusammen genommen;

denn sie mußten schon lange, und auf den ersten Blick sehen, daß die Erde eine an ihren Polen abgeplattete Kugel ist, und ehe es noch einem Columbus einfallen konnte, Amerika aufzusuchen, oder einem Cook, Australien zu umfahren, mußte beydes schon längst vor ihren Augen klar und deutlich da liegen, ja selbst noch jetzt könnten die Britten die großen Kosten ersparen, welche sie auf die Aufsuchung einer nördlichen Durchfahrt wenden, wenn sie mit dem Manne im Monde darüber sprechen wollten, der diese uns so schwere Aufgabe ohne allen Aufwand von Geld oder Gelehrsamkeit schon vor Jahrtausenden mit einem einzigen Blicke aufgelöst hat. Für ihn müssen die Länder am Südpole, die wir noch entdecken wollen, längst schon entdeckt seyn, und das mittlere Afrika, so wie noch gar manche große Gegenden von Asien und Amerika, die uns noch immer eine wahre terra incognita sind, müssen ihm, im Großen wenigstens, besser bekannt seyn, als es uns selbst nach mehreren Jahrhunderten unser eigenes Vaterland seyn wird. Vielleicht haben die Bewohner des Mondes zu der Zeit, als die letzte große Revolution unsere Erde traf, deren Spuren wir noch jetzt nach Jahrtausenden überall auf der Erde treffen, unserm Elende ruhig zugesehen, und in ihren Geschichtbüchern Nachrichten von den antidiluvianischen Zustande unserer Erde aufgezeichnet, an die keine Menschengeschichte mehr reicht, und die unsere größten Naturforscher vergebens zu enträthseln suchen, während sie dort vielleicht schon seit Jahrtausenden in die Lehrbücher der Dorfschulen übergegangen sind. Das Uebel ist nur, daß wir noch immer nicht recht wissen, wie wir hinkommen sollten, obschon die Entfernung von uns, wenn wir sie mit jener der anderen Himmelskörper vergleichen, so groß eben nicht ist, da schon dreyßig solche Kugeln, wie unsere Erde ist, eine an die andere gereiht, hinreichen würden, eine Brücke zu bilden, auf welcher man von der Erde unmittelbar in den Mond gehen, und einen Weg

zurücklegen könnte, zu dem das Licht nicht einmahl eine ganze Secunde braucht. Wenn es aber einmahl einem gelingen sollte, diese Brücke zu bauen, und mit den Leuten in dem Monde zusammen zu kommen, so mag er nicht vergessen, seiner Belehrung über unsere Erde wegen sich nur an diejenigen zu wenden, welche die vordere, uns sichtbare Seite des Mondes bewohnen, denn so viel ihm diese auch von der Erde zu erzählen haben werden, so wenig mögen wohl die anderen davon wissen, die auf der hinteren Seite des Mondes wohnen, und unsere Erde gar nicht zu Gesichte bekommen, ja vielleicht nicht einmahl von ihrer Existenz etwas erfahren haben. Diese armen Leute haben keine Ahndung von dem herrlichen Anblicke, welche der gestirnte Himmel ihren Brüderen auf der vorderen Hälfte des Mondes darbiethet, und sie werden, wie Wilde, nur mit stummen Erstaunen die Erzählungen ihrer gebildeten Nachbarn von dem ungeheueren Monde anhören, der immer dieselbe Stelle des Himmels einnehmen soll, während alle anderen Gestirne in immerwährender Bewegung vor ihm vorbeyziehen. Die Unternehmendsten, oder die Frömmsten unter ihnen werden vielleicht Wallfahrten und Prozessionen in jene glücklichen Gegenden anstellen, die durch die immerwährende Gegenwart und den flammenden Abglanz der Gottheit geheiliget sind; und welchen Eindruck mag der erste Anblick dieses prachtvollen Gestirnes auf jene staunenden Pilgrime machen, welche dergleichen noch nie gesehen haben, und wie andere Troglodyten, nur gewohnt waren, ihre fünfzehn Tage langen Nächte in finsteren Höhlen im und stumpfen Hinbrüten zuzubringen.

Sechstes Capitel.

Mars.

Während die Bahnen der beyden bisher bekannten unteren Planeten von der Erdbahn eingeschlossen werden, ist Mars der erste und nächste der oberen Planeten, von deren Bahn die der Erde eingeschlossen wird, daher uns dieser Planet zu allen Zeiten der Nacht und an allen Orten des Himmels, nicht bloß, wie Merkur und Venus, in der Morgen- oder Abenddämmerung erscheinen kann. Man erkennt ihn leicht an seiner trübröthlichen Farbe, die der eines mattglühenden Eisens gleicht.

Seine mittlere Entfernung von der Sonne ist 30692500 Meilen, die aber bis 27834000 abnehmen, und wieder bis 33551000 wachsen kann, so daß die Excentricität seiner Bahn 2858500 Meilen beträgt, und diese große Bahn von nahe 193 Millionen Meilen legt Mars in $686^T\ 23^h\ 31'$ zurück. Die Ebene dieser Bahn ist unter dem kleinen Winkel von $1°\ 51'$ gegen die Ekliptik geneigt, und schneidet sie in den Punkten der Länge von 48 und 228 Graden. Die Veränderung der Neigung dieser Ebene, welche durch die Störung der anderen Planeten hervorgebracht wird, ist die kleinste von allen, indem sie erst in 600 Jahren eine einzige Secunde beträgt; die Knoten dieser Ebene aber mit der Ekliptik gehen jährlich um 23″3 zurück, während sich die große Axe der Bahn des Mars in dieser Ebene jährlich um 15″8 vorwärts bewegt. Seine Entfernung von der Erde ist sehr veränderlich und zwischen den Gränzen von $7\frac{1}{3}$ und 54 Millionen Meilen enthalten, daher auch sein von der Erde gesehener Durchmesser von 3″4 bis 27″2 wachsen kann. Sein wahrer Durchmesser aber ist 963 Meilen, also nur 0.55 von dem der Erde, daher auch

seine Oberfläche 0.3 und sein körperlicher Inhalt nur 0.2 von dem der Erde beträgt.

Die Masse dieses Planeten ist schwer mit Genauigkeit zu bestimmen, da sie nur aus den meistens sehr kleinen Störungen gefunden werden kann, welche Mars von den übrigen Planeten leidet. Nach den neuesten Untersuchungen beträgt sie nur den 2546300ten Theil der Sonnenmassen oder 0,1324 von der Erdmasse. Aus dieser Masse, verbunden mit der gegebenen Größe des Durchmessers folgt, daß seine Dichte nahe dreymahl größer als die der Sonne ist, oder daß sie 0,74 der Dichte der Erde beträgt, und daß auf seiner Oberfläche die Körper in der ersten Secunde nur durch 6.3 Par. Fuß fallen.

Von den oberen Planeten ist er allein uns so nahe, daß wir mit Hülfe guter Fernröhre noch seine Phasen bemerken können, doch kann er nie sichelförmig erscheinen, wie Venus und Merkur, deren Bahnen von jener der Erde eingeschlossen werden, daher wir ihn nie vor der Sonne vorbeygehen sehen. Wenn er neunzig Grade von der Sonne entfernt ist, also bey dem Auf- oder Untergange der Sonne durch den Meridian geht, ist seine Phase am kleinsten, und nahe von der Gestalt, wie sich uns der Mond etwa drey Tage vor oder nach dem Vollmonde zeigt. Da das Licht, welches ein Planet von der Sonne erhält, dem Quadrate der Entfernung des Planeten von der Sonne verkehrt proportionirt ist, so ist das Sonnenlicht auf der Venus nahe zweymahl stärker, und auf dem Mars im Gegentheile zweymahl schwächer, als auf der Erde. Das Licht aber, welches die Erde vom Mars erhält, ist über 30000mahl schwächer als das Mondlicht, und da das Mondlicht nahe 300000mahl schwächer ist, als das, welches die Erde von der Sonne erhält, so ist das Licht des Mars 9000 Millionenmahl schwächer als das der Sonne, oder 9000 Millionen dem Mars ähnliche leuchtende Kugeln am Himmel

würden erst auf der Erde ein unseren hellen Tagen gleiches Licht verbreiten.

Durch gute Fernröhre bemerkt man auf seiner Oberfläche mehrere Flecken, deren einige constant, andere sehr veränderlich sind. Die ersten, welche der Oberfläche des Planeten selbst anzugehören scheinen, zeigen, daß Mars sich in $24^h\ 39'\ 22''$ von Westen gegen Osten um eine Axe dreht, die gegen die Axe seiner jährlichen Bahn um $28°42'$ geneigt ist. Auch hat man die Abplattung dieses Planeten an seinen beyden Polen beobachtet, die Herschel sehr unwahrscheinlich sogar auf den 16ten Theil seines Durchmessers angibt. Es ist auffallend, daß die vier bisher betrachteten, der Sonne nächsten Planeten alle sich beynahe in der Zeit unseres Tages um ihre Axe drehen, während die übrigen, die sich durch ihre Größe, und noch mehr durch ihre weit beträchtlichere Entfernung von der Sonne vor jenen unterscheiden, alle eine viel schnellere Rotation haben, so daß die Natur die Planeten in dieser Beziehung gleichsam in zwey Classen geschieden hat, von welcher Scheidung uns aber die Ursache noch verborgen ist.

Die veränderlichen Flecken, welche viel häufiger gesehen werden, als jene, erscheinen und verschwinden oft in wenig Stunden, und ändern ihre Gestalt, Größe und Farbe, sind also wahrscheinlich wolkenähnliche Gegenstände, welche in der Atmosphäre des Mars erzeugt werden. Schröter beobachtete die Geschwindigkeit, mit welcher sie über die Oberfläche des Planeten wegziehen, zu 30, 50 und selbst 90 Fuß in einer Secunde. Die Atmosphäre des Mars scheint also viel dichter, und die Witterung wenigstens eben so veränderlich zu seyn, als die der Erde, da jene großen, dichten und heftig bewegten Wolken dort beynahe zu den täglichen Erscheinungen gehören, während wir sie auf der Oberfläche der Venus, wie wir gesehen haben, nur sehr selten erblicken.

Bayerische
Staatsbibliothek
München

Auch Spuren von Gebirgen hat man auf dem Mars entdeckt; da aber dieser Planet schon zu weit von uns entfernt ist, und nie sichelförmig erscheint, so lassen sich die Unebenheiten seiner Oberfläche weder so gut ausrechnen, und noch weniger so verläßlich messen, als auf der viel näheren Venus. In seiner größten Nähe ist Mars doch noch nahe 143mahl weiter von uns, als der Mond, und wenn wir auf dem letzten einen Gegenstand von 2000 Fuß im Durchmesser deutlich erkennen können, so müßte er auf dem Mars 143 (2000) = 286000 Fuß im Durchmesser haben, um eben so gut erkannt zu werden.

Die auffallendsten unter diesen beweglichen Flecken sind jene beyden blendend weißen von kreisförmiger Gestalt, welche die beyden Pole dieses Planeten umgeben. Da sie wechselweise, und zwar jeder zu der Zeit am hellsten und größten erscheinen, wenn sein Pol in der Schattenseite des Planeten liegt, oder eben Winter hat, so ist nicht zu zweifeln, daß sie Schnee- und Eisflecken sind, welche die Polargrade der Marsebene so wie die unserer Erde bedecken. Da die Neigung der Marsbahn gegen seinen Aequator 28° 42 beträgt, also beträchtlich größer ist, als unsere Schiefe der Ekliptik, so werden seine Jahreszeiten von einander mehr verschieden seyn, als bey uns, welcher Unterschied noch durch die beynahe doppelte Länge des Jahres, also auch der vier Jahreszeiten, in einem hohen Grade vermehrt wird. Wenn der Pol zur Zeit seines Winters in den Raum der uns sichtbaren Scheibe des Planeten eintritt, so scheinen jene Flecken über den Rand hervorzuragen, was zum Theil von den dort sich aufthürmenden Eisbergen, und noch mehr von derselben optischen Täuschung herrühren mag, nach welcher wir den beleuchteten Theil unseres Mondes immer als den Theil einer größeren Kugel erblicken, als den unbeleuchteten. Es ist merkwürdig, daß diese Polarflecken am Ende ihres sechsmonathlichen

Winters so schnell abnehmen, und in ihrem Sommer beynahe ganz verschwinden, während unsere Pole von einem ewigen Eise bedeckt sind. Wenn die Sonnenstrahlen selbst die unmittelbare Ursache der Wärme wären, so würde sich die Kälte auf dem Mars zu der auf der Erde, wie die Quadrate ihrer Entfernungen von der Sonne verhalten, und jene würde daher $2\frac{3}{10}$mahl größer seyn, als diese, so daß das völlige Verschwinden jener Eisfelder unter dieser Voraussetzung unerklärbar wäre. Die Sonnenstrahlen entwickeln also wohl nur die latente Wärme der Körper, welche sie treffen, und es ist wahrscheinlich, daß die Oberfläche des Mars zu dieser Entwicklung geschickter ist, als die der Erde.

Den Astronomen ist übrigens dieser Planet für ihre Theorie in einer doppelten Rücksicht merkwürdig geworden. Da er uns in der Opposition mit der Sonne so nahe kömmt, so wurde er der erste zur Bestimmung der Sonnenparallaxe, also zur Bestimmung der Einheit des Maßes unseres ganzen Planetensystemes gebraucht, noch ehe man die viel vortheilhafteren Durchgänge der Venus zu diesem Zwecke verwenden konnte. In dieser Rücksicht ging Lacaille im Jahre 1751 nach dem Vorgebirge der guten Hoffnung, um da mehrere correspondirende Beobachtungen dieses Planeten mit anderen europäischen Sternwarten, besonders mit der in Berlin anzustellen, welche letzte mit dem Cap nahe in demselben Meridian liegt. Aus 43 Vergleichungen dieser Beobachtungen fand er den 14. Sept. 1751 die Horizontalparallaxe des Mars gleich 27″, und da für diesen Tag nach den Tafeln die Entfernung der Erde von Mars zu der Entfernung der Erde von der Sonne sich wie 0.38 zu 1 verhielt, so fand er daraus die Horizontalparallaxe der Sonne gleich (0.38) 27 oder gleich 10″. 3, um 1″8 zu groß, während man sie früher viel fehlerhafter gefunden hatte. *)

*) Hat man an zwey Orten der Erde, die sehr weit von einander ent-

So wie uns aber dieser Planet zuerst einen richtigen Begriff von der großen Ausdehnung unseres Sonnensystemes und von der wahren Entfernung der Planeten von der Sonne gegeben hat, eben so verdanken wir ihm auch vorzüglich die Kenntniß der merkwürdigen Gesetze, nach welchen diese Planeten ihre Bewegungen um die Sonne vollenden.

Es war ein sehr merkwürdiger Zufall, daß Kepler zu derselben Zeit diese Gesetze suchte, als Tycho sich mit den Beobachtungen des Mars beschäftigte, und daß zugleich dieser Planet eine so große Excentricität seiner Bahn hat, welche die Ungleichheiten seiner elliptischen Bewegung, durch welche jene Gesetze bestimmt werden mußten, viel leichter in den Beobachtungen erkennen ließ. Diese für alle Folgezeit merkwürdigen Untersuchungen hat Kepler in dem bereits oben (I. S. 189) erwähnten Werke: De motibus stellae Martis, Pragae, 1609 bekannt gemacht, und dadurch die Epoche begründet, welche die Kindheit der alten griechischen Astronomie von dem reiferen Alter dieser Wissenschaft trennt.

---

fernt sind, und doch in demselben Meridian liegen, die Zenithdistanzen z und z' des Planeten an demselben Tage im Augenblicke seiner Culmination beobachtet, und nennt man φ und φ' die Pohlhöhe dieser beyden Orte, so findet man nach der Voraussetzung einer kugelförmigen Gestalt der Erde die Horizontalparallaxe π des Planeten für den Aequator der Erde durch folgende einfache Gleichung:

$$\pi = \frac{(z + z') - (\varphi + \varphi')}{\operatorname{Sin} z + \operatorname{Sin} z'}$$

Dieser Ausdruck setzt voraus, daß beyde Beobachter an verschiedenen Seiten des Aequators sind. Sind sie auf derselben Seite, so ist die kleinere Pohlhöhe als negativ zu betrachten. Ist der Planet für beyde Beobachter auf derselben Seite des Zeniths, so ist die kleinere der beyden Zenithdistanzen ebenfalls negativ. Liegen endlich beyde Beobachtungen nicht genau in demselben Meridian, so muß man, da die Beobachtungen nicht mehr gleichzeitig sind, für die Aenderung der Declination in der Zwischenzeit Rechnung tragen.

Siebentes Capitel.

Ceres, Pallas, Juno und Vesta.

Schon längst hatte man in den Abständen der Planeten von der Sonne zwischen Mars und Jupiter ein Mißverhältniß, eine Art von Lücke entdeckt, und diese durch einen neuen, bisher noch unbekannten Planeten auszufüllen gesucht. Man hat eine nach einem einfachen Gesetze fortgehende Reihe gefunden, welche die Abstände der bekannten Planeten mit einiger Genauigkeit darstellt, und jenes Mißverhältniß noch auffallender macht. Bezeichnet man nähmlich die mittlere Entfernung Merkur's von der Sonne durch 4, so sind die Entfernungen der übrigen Planeten von der Sonne, für Merkur 4

Venus	$4 + 2^0.3 = 7$
Erde	$4 + 2^1.3 = 10$
Mars	$4 + 2^2.3 = 16$
Jupiter	$4 + 2^4.3 = 52$
Saturn	$4 + 2^5.3 = 100$
Uranus	$4 + 2^6.3 = 196$

Obschon diese Reihe die wahren Werthe der mittleren Entfernungen nicht ganz genau wieder gab, denn diese sind in der angezeigten Ordnung 4.0; 7.5; 10.3; 15.7; 53.7; 98.6 und 198.3, so schien doch ihre Uebereinstimmung, und daher das zwischen Mars und Jupiter fehlende Glied $4 + 2^3.3 = 28$ manchem zu merkwürdig, um nicht in diesem Abstande von 28 noch einen neuen großen Planeten, vielleicht selbst mehrere andere zu vermuthen. Diese Vermuthung wurde im Anfange des gegenwärtigen Jahrhunderts dadurch glücklich bestätiget, daß man an dieser Stelle, zwar nicht den vermißten großen Planeten, aber dafür vier

andere kleinere auffand, die man vielleicht als die Fragmente jenes großen, so lange gesuchten Weltkörpers ansehen kann.

Den 1. Januar des Jahres 1801 entdeckte Piazzi in Palermo den ersten dieser kleinen Planeten, Ceres ⚳, den er Anfangs für einen Cometen hielt, dessen planetarische Natur aber sehr bald aus seiner Bewegung erkannt wurde. Den 28. März 1802 wurde Pallas ⚴ von Olbers in Bremen, den 1. September 1804 Juno ⚵ von Harding in Lilienthal, und den 29. März 1807 endlich Vesta ⚶ wieder von Olbers entdeckt. So sind seit einem halben Jahrhunderte (Uranus wurde den 13. März 1781 von Herschel gefunden) fünf neue Planeten unseres Sonnensystemes, und alle von Deutschen entdeckt worden *). Wahrscheinlich gibt es in dem großen Raume zwischen Mars und Jupiter, so wie zwischen Jupiter und Uranus, und vielleicht auch jenseits des letzteren noch manche andere uns bisher unbekannte Planeten, deren Entdeckung unseren späteren Enkeln aufbewahrt bleibt, da das Auffinden so kleiner Lichtpuncte in dem unzähligen Heere der übrigen Gestirne doch größtentheils von dem glücklichen Zufalle abhängt **).

---

*) Herschel ist aus Hannover, und Piazzi aus Veltlin in der Schweiz. Die Entdeckung der Ceres wurde durch einen Schreib- oder Druckfehler in Wollastons Sternverzeichniß veranlaßt, welchen zu berichtigen Piazzi die Gegend am Halse des Stieres näher untersuchte, wo er diesen Planeten fand.

**) Darin macht die Entdeckung der Vesta eine Ausnahme, die nicht ganz zufällig, sondern absichtlich in dem nördlichen Flügel der Jungfrau gesucht, und auch daselbst gefunden wurde, wo nach Olbers sinnreicher Hypothese die Knoten aller noch zwischen Mars und Jupiter zu findenden Planeten liegen sollen, obschon es wieder dem günstigen Zufalle zugeschrieben werden muß, daß der Planet zu der Zeit gesucht wurde, wo er sich in der Nähe dieses Knotens aufhielt. Delambre wendet daher auf diese und andere

Die mittleren Entfernungen dieser Planeten von der Sonne, und ihre siderischen Umlaufszeiten sind

Vesta	2.363	Halbmesser der Erdbahn,	1327.6 Tage
Juno	2.670		1593.8
Ceres	2.767		1681.4
Pallas	2.768		1682.5

Diese vier Planeten unterscheiden sich von allen übrigen in mehreren Beziehungen, wodurch sie gleichsam eine eigene Gattung von Planeten bilden. Während die Ebenen der übrigen Planeten einen sehr kleinen Winkel mit der Ebene der Erdbahn bilden, und alle in einer schmalen Zone, die sich zu beyden Seiten der Ekliptik nur auf sieben Grade entfernt, in der Zone des so genannten Thierkreises enthalten sind, entfernt sich Juno 13, und Pallas sogar mehr als 34 Grade von der Ekliptik.

Ihre Bahnen haben alle nahe dieselbe Größe, sind aber doch so unter einander verschlungen, daß sie von einander ungestört, und ohne sich zu begegnen, ihren Lauf um die Sonne vollenden können, was größtentheils durch die zweckmäßige Vertheilung ihrer Knoten erreicht wurde. So hat Pallas und Juno ihre Knoten sehr nahe in der Länge, in welcher Ceres ihre größte nördliche und südliche Breite hat, und umgekehrt, die Knoten der Ceres fallen in die Gegend der größten Breite der Pallas und Juno.

Besonders merkwürdig ist die große Excentricität ihrer elliptischen Bahnen, wodurch sie mehr den Cometen, als den Planeten ähnlich zu werden scheinen. Während nähmlich die Excentricität bey allen übrigen, etwa Merkur ausgenommen, nur ein sehr kleiner Theil ihrer halben großen Axen

---

ähnliche, wenn gleich zufällige, doch auch nicht ganz absichtslose Entdeckungen, den schönen und unübersetzbaren Ausdruck des Aratus an: ου τυχης, ουκ αρητης, αλλ’ αρητης συντυχομενης.

ist, beträgt sie bey Juno und Pallas mehr als den vierten Theil ihrer mittleren Entfernung von der Sonne, daher ihr mittlerer oder regelmäßiger Lauf bis 29 Grade von dem wahren elliptischen verschieden seyn kann. Eine Folge dieser großen Excentricität ist die bedeutende Verschiedenheit ihrer Entfernungen von der Sonne zu verschiedenen Zeiten, die bey Ceres zwischen 51 und 60, bey Vesta zwischen 43 und 52, bey Pallas zwischen 42 und 69, und endlich bey Juno zwischen 40 und 67 Millionen Meilen enthalten ist. Noch größer sind die Unterschiede ihrer Distanzen von der Erde, die bey Ceres 31 bis 81, bey Vesta 23 bis 72, bey Pallas 21 bis 90, und bey Juno 19 bis 88 Millionen Meilen beträgt, so daß die beyden letzten in ihren Conjunctionen mit der Sonne viermahl weiter von uns entfernt seyn können, als in ihren Oppositionen, in welchen letzten sie uns am nächsten stehen, und daß sie alle zuweilen näher als die Sonne, und zuweilen weiter als Jupiter von uns entfernt sind.

In ihren mittleren Entfernungen von der Sonne sehen sie die Sonne unter einem Durchmesser von 11½ bis 13½ Minuten, also erscheint ihnen die Sonne im Durchmesser nur 0.36 bis 0.40 und die Oberfläche 0.13 bis 0.18 von dem Durchmesser und der Fläche der Sonne, wie beyde der Erde erscheinen. Ihr eigener scheinbarer Durchmesser von der Erde gesehen, soll nach Schröter auch bey dem größten dieser Planeten, der Pallas, wenn sie uns am nächsten ist, vier Secunden, also soviel als der größte Durchmesser des Uranus betragen, während die drey übrigen nur unter den kleinen Winkeln von 1 bis 2 Secunden erscheinen. Aber nach Herschel beträgt keiner der Durchmesser dieser vier Planeten noch eine volle Secunde, auch erscheinen sie uns alle nur als Gestirne zwischen der siebenten und zehnten Größe. Sie gehören ohne Zweifel zu den kleinsten Weltkörpern unseres Sonnensystemes,

und selbst der größte unter ihnen ist noch kleiner als unser Mond. Der kleinste dieser Planeten ist Vesta, dessen Durchmesser nach Schröter nur 58 geog. Meilen beträgt, der also an Durchmesser 30, an Fläche 860, und an körperlichem Inhalte 25000mahl kleiner ist, als die Erde; den sogar unser Mond an körperlichem Inhalte noch 540mahl übertrifft, so daß seine Oberfläche noch nicht der Größe Schwedens gleich ist. Es ist merkwürdig, daß diese Planeten ihres ungemein kleinen Durchmessers ungeachtet, doch meistens in einem sehr hellen, fast blendenden Lichte strahlen, besonders Vesta, an welcher daher auch Schröter ein ihr eigenes Licht vermuthet, oder sie, wie die Sonne, für selbstleuchtend hält, so daß durch eine sonderbare Vereinigung der äußersten Extreme der kleinste Körper unseres Planetensystemes zugleich die Natur des größten haben soll.

Ihrer Kleinheit und Entfernung ungeachtet hat man sich doch von dem Daseyn ihrer Atmosphären überzeugt, und zwar gewaltiger Atmosphären, mit deren die unserer Erde vielleicht gar nicht mehr verglichen werden kann. Besonders Ceres und Pallas scheinen oft in einem dichten Nebel nach Art der Cometen eingehüllt, der zuweilen ihren eigentlichen Kern ganz unsichtbar macht, während sie wieder zu anderen Zeiten scharf begränzt in dem reinsten Lichte strahlen. Eben so veränderlich ist die Farbe der Ceres, die bald röthlich, bald ganz weiß ist, und bald wieder im bläulichen Lichte glänzt. Diese Veränderungen, so wie die Atmosphären dieser Planeten, die sich abwechselnd mehr als um das Doppelte ausdehnen und wieder bis auf ihre Hälfte zusammen ziehen und zuweilen ganz zu verschwinden scheinen, deuten auf ungeheuere Revolutionen, welche auf der Oberfläche dieser kleinen Körper vor sich gehen mögen. Diese Veränderungen ihrer Gestalten macht auch die Bestimmung der eigentlichen Größe dieser Planeten ungewiß, und sie sind die Ursache der oben

angezeigten Verschiedenheit der Messungen Schröters und Herschels, so wie die unserer Unkenntniß ihrer Revolutionen, da man an ihnen auch durch die stärksten Fernröhre noch keinen constanten Flecken bemerken konnte.

Die beynahe gleich große Axe ihrer Bahnen scheint auf einen gemeinschaftlichen Ursprung dieser Körper zu deuten. Vielleicht sind sie Trümmer eines etwa durch die Entwickelung innerer Gase geborstenen größeren Planeten. Für die Astronomen sind sie von besonderer Wichtigkeit, da ihre große Excentricität und Neigung die bisherigen bloß annähernden Berechnungen der Perturbationen (vergl. I. S. 242) unzureichend machen, und daher zur weiteren Ausbildung dieser schwierigen Rechnungen auffordern. Auch sind die Störungen, welche sie besonders von Jupiter leiden, so groß, daß sich daraus die Masse dieses Planeten mit der größten Genauigkeit bestimmen lassen wird.

Die physische Beschaffenheit der Oberfläche dieser vier Asteroiden, wie sie Herschel zum Unterschiede von den anderen Planeten nennet, so wie das Verhältniß ihrer Geschöpfe zu dem Wohnorte derselben, wird uns aus den oben angezeigten Gründen wohl immer unbekannt bleiben. Auf der Vesta würde einer unserer Fußgänger, der täglich sechs Meilen macht, in 15 Tagen seine Antipoden besuchen, und in einem Monathe die Reise um die Welt ganz bequem zu Fuße machen können, aber vielleicht nur wenig reicher an neuen Erfahrungen zurück kommen, da dort die größten Staaten nur unseren Kreisen oder Cantonen gleichen, und da sich die Bewohner dieses Planeten, wie unsere Kleinstädter, wahrscheinlich ohnehin alle kennen mögen.

Achtes Capitel.

Jupiter und seine Satelliten.

Die in dem Vorhergehenden betrachteten Asteroiden bilden gleichsam den Uebergang, oder das Mittelglied von zwey wesentlich verschiedenen Planetenreihen, von denen die einen in dem inneren Raume jener vier in einander verschlungenen Asteroidenringe sich der steten Nachbarschaft der Sonne erfreuen, während den anderen viel größere Räume außer diesem vierfachen Ringe zu ihren Bewegungen angewiesen sind. Schon in Beziehung auf ihre Entfernungen von der Sonne sowohl, als von sich selbst, scheinen jene inneren Planeten: Merkur, Venus, Erde und Mars gleichsam eine eng verbundene Familie für sich zu bilden, da sie alle in einem Raume um die Sonne zusammengedrängt sind, dessen Durchmesser kaum der dreyfachen Entfernung der Sonne von der Erde gleich ist, während der Durchmesser der Bahn des Jupiters schon 10, des Saturns 19, und des Uranus sogar über 38 jener Entfernung beträgt, so daß der Flächenraum, welchen die Bahn des Jupiters einnimmt 12, die des Saturns 40, und die des Uranus 164mahl größer ist, als die Flächenräume aller jener vier ersten Planeten zusammen genommen.

In Beziehung auf die Größe dieser Planeten sind jene vier inneren nur gering, und nahe untereinander gleich, während jeder der drey äußeren jene an Größe weit übertrifft; die Dichtigkeit ihrer Massen ist im Gegentheile bey den innern Planeten in allen wieder nahe gleich, aber wenigstens fünfmahl größer als die Dichte der äußern Planeten. Die Rotation ist bey jenen äußeren, ihrer größeren Durchmesser ungeachtet, viel schneller, und daher ihre Abplattung an den Polen viel beträchtlicher, als bey den inneren. Selbst die

Atmosphäre, die bey den inneren ein äußerst lockeres Gewebe ist, das sich nur in einzelnen Stellen in dichtere Wolken sammelt, scheint bey den äußeren in festen Körpern zu bestehen, die den Planeten in parallelen Zonen umgeben. Die Neigung endlich der Bahnen der äußeren Planeten gegen die Ebene des Sonnenäquators ist beynahe bey allen dieselbe, so wie auch alle Knoten ihrer Bahnen mit dieser Ebene in den engen Raum von sechszehn Graden eingeschlossen sind.

In einer mittleren Entfernung von der Sonne von 5,203 Halbmessern der Erdbahn oder von 109 Millionen deut. Meilen bewegt sich der gewaltige Jupiter, indem er seine Bahn um die Sonne, deren Ebene gegen die der Ekliptik nur unter dem kleinen Winkel von 1° 19′ geneigt ist, eine Bahn von mehr als 682 Millionen Meilen in 4332.59 Tagen oder in 11.86 Julianischen Jahren (zu $365\frac{1}{4}$ Tagen) vollendet. Da die Excentricität seiner elliptischen Bahn 0.048 ihrer großen Axe beträgt, so kann seine Entfernung von der Sonne bis 103 und 114 Millionen Meilen ab und zu nehmen. Noch veränderlicher aber ist seine Entfernung von der Erde, die in der Opposition 79 und in der Conjunction 130 Millionen Meilen beträgt, daher auch der Winkel, unter welchem sein Durchmesser von der Erde gesehen wird, von 49 bis 30 Secunden abnehmen kann. Wenn er uns so nahe kommen könnte, als die Sonne in ihrer mittleren Entfernung, so würde uns sein Durchmesser unter einem Winkel von 194 Secunden erscheinen; aus der Sonne aber betrachtet würde er unter dem Winkel von 37 Secunden, also nahe zweymahl größer erscheinen, als die Erde aus der Sonne gesehen wird, obschon er 5.2mahl weiter von ihr entfernt ist, als die Erde, woraus folgt, daß sein wahrer Durchmesser wenigstens 2(5.2) oder 10.4mahl größer seyn muß, als der der Erde. Genauere Messungen haben den Durchmesser Jupiters gleich 11.006 Erddurchmesser also = 18900 Meilen gegeben, so daß seine

Oberfläche 1124 Millionen Quadratmeilen, und sein Inhalt über $3\frac{1}{2}$ Billion Kubikmeilen enthält. Der körperliche Inhalt dieses größten Planeten unseres Sonnensystemes ist also 33 Millionenmahl größer als jener der Vesta, des kleinsten aller Planeten, und 1333mahl größer als jener der Erde, und endlich selbst noch nahe ein Drittheil größer, als die Kugeln aller übrigen Planeten zusammengenommen, aber doch beynahe noch immer tausendmahl kleiner, als die Sonne.

Diese Größe macht ihn daher gleichsam zu einem zweyten Hauptkörper unseres Sonnensystemes; auch regiert er eine kleine Welt von anderen Planeten, die durch unzertrennliche Bande an seinen Thron gefesselt sind, und ihn auf seinem weiten Wege um die Sonne begleiten.

Die Dichte seiner Masse ist nur der vierte Theil der Dichte der Erdmasse, also der Dichte des Bernsteins oder nahe des Ebenholzes gleich; aber wegen der Größe seines Umfanges übertrifft er doch an Masse die aller anderen Planeten zusammengenommen fast dreymahl. Da die Masse Jupiters zu der der Erde wie 316 zu der Einheit sich verhält, so würden 316 unserer Erden erst so viel wiegen, als Jupiter, obgleich nach dem Vorhergehenden erst 1333 Erden so viel Raum, als Jupiter, einnehmen würden. Dieser großen Masse wegen fallen die Körper in der ersten Minute auf der Oberfläche Jupiters durch 38.8 Fuß also nahe 2.6mahl tiefer, als auf der Oberfläche der Erde.

Man erkennt diesen Planeten leicht an seinem hellen gelben Lichte, da er nach der Venus das scheinbar größte und schönste Gestirn des Himmels ist, obschon ihm die Sonne nur unter dem Durchmesser von 6′10″, also im Durchmesser fünfmahl, und in der Oberfläche 27mahl kleiner, als uns erscheint, und obschon die Beleuchtung, welche Jupiter von der Sonne erhält, 180mahl geringer, als die Beleuchtung ist, welche Merkur von der Sonne bekömmt. Da er übrigens in

einem Jahre nur nahe 12 Grade zurücklegt, so ist er, einmahl erkannt, immer wieder leicht unter den übrigen Gestirnen des Himmels zu finden.

Schon D. Cassini hatte aus der, mehrere Jahre fortgesetzten Beobachtung eines Fleckens auf der Oberfläche Jupiters die Rotation dieses Planeten zu 9 Stunden 56 Min. gefunden, die Schröter durch seine eigenen Beobachtungen um 33 Secunden vergrößerte. Cassini wollte noch eine Veränderung der Rotation bemerkt haben, nach welcher sie, wenn der Planet in seiner Sonnennähe ist, nahe eine Minute kürzer seyn soll, als in der Sonnenferne; eine Aenderung, von der sich kein Grund angeben ließe; die eine unerklärbare Ausnahme in der Natur machte, nach welcher die Rotationen der Planeten constant sind, und die endlich auch von den nachfolgenden Beobachtern nicht bestätiget worden ist.

Durch diese für eine so große Kugel äußerst schnelle Umlaufszeit legt ein Punkt seines Aequators in einer Minute nahe 100 deutsche Meilen, also 27mahl mehr, als ein Punkt des Erdäquators zurück. Die Neigung seines Aequators zu der Ebene seiner Bahn ist nur drey Grade, nahe achtmahl kleiner, als die Schiefe unserer Ekliptik; desto größer ist dafür Jupiters Abplattung an den Polen, die eine Folge seiner schnellen Rotation ist, und nach welcher sich die große Axe seines Aequators zu der Umdrehungsaxe wie 14 zu 13 verhält, so daß die Abplattuug an jedem Pole gegen 720 Meilen beträgt, also 240mahl größer ist, als die Abplattung der Erde. Schröter bemerkte noch eine andere Art von veränderlicher Abplattung, welche an einer südwestlichen Stelle des Randes, nahe in der Mitte zwischen dem Südpol und dem Aequator statt hat, und da, wo sie am stärksten ist, nahe 570 Meilen beträgt, die aber kurze Zeit nach jener größten Höhe abzunehmen, und schnell zu verschwinden scheint; eine sonderbare Erscheinung, die ein tiefes von einer Art von hefti-

gen Ebbe und Fluth bewegtes Meer an dieser Stelle vermuthen läßt.

Durch gute Fernröhre entdeckt man auf der Oberfläche Jupiters vier bis fünf große untereinander und mit der Ekliptik nahe parallele Streifen, die durch die ganze Scheibe dieses Planeten gehen, und ihre Größe und Gestalt im Allgemeinen nicht verändern. Ein heller Streifen, der durch die Mitte des Planeten geht, ist auf beyden Seiten mit zwey breiten dunkeln Streifen umgeben, auf welche wieder zwey helle Zonen folgen die nach den Polen hin von zwey andern, etwas weniger breiten und dunkeln Streifen begränzt sind. Die noch übrige Fläche von den beyden letzten Streifen bis zu den Polen ist mit vielen anderen kleinen dunkeln und wolkenartigen Streifen bedeckt, zwischen welchen die untere helle Oberfläche des Planeten durchschimmert. Von jenen vier dunklen Streifen sind die zwey dem Aequator nächsten auch die beständigsten, die zwey anderen aber sind großen Aenderungen unterworfen, besonders der obere oder nördliche, welcher zuweilen sogar ganz verschwindet. Außer diesen permanenten Streifen aber gibt es auf den übrigen hellen Theilen der Oberfläche noch eine große Anzahl dunkler, aber sehr veränderlicher Flecken, die oft in wenig Stunden entstehen, und wieder vergehen; die sich gewöhnlich in der Gegend der zwey inneren großen Streifen anhäufen, und deren Bewegungen im Allgemeinen immer diesen Streifen selbst parallel sind. Es ist nicht wohl anzunehmen, daß diese Streifen und Flecken der unmittelbaren Oberfläche Jupiters angehören, da wir gar keinen Begriff von Kräften haben, die so große Revolutionen in wenigen Stunden auf einem so festen Körper hervorbringen können; da diese beynahe allgemeinen und täglich wiederkommenden Zerrüttungen die Oberfläche dieses Planeten gänzlich unbewohnbar machen müßten, und da sich kein Grund denken läßt, warum diese durch innere chemische

Kräfte bewirkten Phänomene immer genau der Richtung des Aequators von West nach Ost in ihrer Bewegung folgen, und da endlich auch die Geschwindigkeit derselben von der bekannten Rotation des Planeten selbst meistens sehr verschieden ist. Wahrscheinlich gehören also diese Streifen und Flecken bloß der Atmosphäre Jupiters an, obschon sie wieder, wegen ihrer Ausdehnung, Festigkeit, und Permanenz mit unseren Wolken und Dünsten nicht leicht verglichen werden können. Nach mehreren Beobachtungen bey dem Ein- und Austritte der Satelliten am Rande Jupiters scheint die noch merkbare Höhe der Atmosphäre dieses Planeten über hundert Meilen zu betragen, also wenigstens zehnmahl höher zu seyn, als die unserer Erde.

Nahe am Aequator haben diese Flecken öfters eine Geschwindigkeit, mit welcher sie drey bis vierhundert Fuß in einer Secunde zurücklegen, und Schröter hat sogar Flecken beobachtet, die zehntausend Fuß in einer Secunde machten, und die vielleicht nur unseren Blitzen oder Nordlichtern zu vergleichen sind. Die Atmosphäre dieses Planeten mag also von jener der Erde in Beziehung auf ihre Dichte und auf die in ihr vorgehenden heftigen Bewegungen sehr verschieden seyn, und unsere Stürme und Gewitter sind wohl nur sehr schwache Bilder von den Revolutionen, die dort beynahe täglich statt haben. Schon die von Cassini während wenigen Stunden häufig beobachteten Aufheiterungen und Wiederverdunklungen großer Strecken der Oberfläche Jupiters zeugen von gewaltsamen gewitterartigen und schnell vorübergehenden Aenderungen der Atmosphäre, und Schröter bemerkte oft, besonders in der Nähe der Pole, ganze große Gegenden, die sich beynahe plötzlich verdunkelten, und sich eben so schnell wieder aufheiterten, so wie die Verdunklung, welche er am 4. December 1787 beobachtete, nach wenigen Stunden schon wieder verschwunden war, obschon sie sich

über einen Landstrich von mehr als 20000 Quadratmeilen erstreckt hatte. Diese erstaunungswürdigen Veränderungen, die besonders der südlichen Hemisphäre Jupiters eigen zu seyn scheinen, sind vielleicht eine Folge der schnellen Rotation dieses großen Planeten, verbunden mit uns unbekannten Eigenheiten jener sehr dichten Atmosphäre, so wie die vier festen Streifen eine Wirkung der auf den Jupiter sehr scharf begränzten klimatischen Zone seyn mögen, von welchen wir unten sprechen werden.

Ein Jahr nach der Erfindung der Fernröhre wurden die vier Monde beynahe zu gleicher Zeit in Deutschland und Italien entdeckt. Nach Turner's Bericht sollen sie den indischen Astronomen schon längst und aus uralten Ueberlieferungen bekannt gewesen seyn. Galilei, einer der ersten, der diese Monde im Jahre 1610 erblickte, nannte sie die mediceischen Gestirne, dem Hofe zu Ehren, welchen er seinen Schutz gegen fremde Verfolgungen verdankte. Aber diese und andere Benennungen sind jetzt vergessen, da man gewöhnlich die Monde der drey äußersten Planeten bloß durch Zahlen unterscheidet, indem man den, dem Hauptplaneten nächsten als den ersten zählt.

Die Ebenen ihrer Bahnen gehen alle durch den Mittelpunkt Jupiters, und ihre Neigungen gegen die Bahn des letzten sind nur wenig verschieden: bey den drey ersten beynahe gleich drey Graden, und bey den vierten 2° 41' (I. S. 333), daher sie sich auch für uns sehr nahe in einer geraden Linie um ihren Hauptplaneten auf und ab zu bewegen scheinen. Auch die aufsteigenden Knoten ihrer Bahnen mit der Jupitersbahn fallen alle nahe an dieselbe Stelle zwischen 314 und 317 Grade der Länge.

Ihre mittleren Entfernungen von dem Mittelpunkte Jupiters sind in der Ordnung von dem ersten oder nächsten angefangen 6, 10, 15 und 27 Halbmesser Jupiters, oder 55,

87, 139 und 245 tausend d. Meilen, und die siderischen Umlaufszeiten um den Hauptplaneten in ihren nahe kreisförmigen Bahnen 1.77, 3.55, 7.15 und 16.69 Tage unserer Erde, oder 4.2, 8.5, 17.2 und 40.0 Jupiterstage.

Die wahren Größen ihrer Durchmesser sind wegen ihrer Entfernung schwer mit Gewißheit zu bestimmen. Nach den neuesten Angaben sind ihre Durchmesser in der obigen Ordnung 564, 465, 818, 570 d. Meilen oder $\frac{1}{34}$, $\frac{1}{42}$, $\frac{1}{24}$ und $\frac{1}{34}$, des Jupitersdurchmessers, woraus folgt, daß sie vom Jupiter gesehen, die scheinbaren Durchmesser von 33.3, 17.2, 19.0 und 7.5 Minuten haben, während sie der viel weiter entfernten Erde noch nicht unter dem Durchmesser von zwey Secunden erscheinen.

Jupiter selbst aber erscheint auf der ihm zugewendeten Hemisphäre des ersten Satelliten unter einem Durchmesser von 19° 49′ also 37mahl größer, als uns der Durchmesser der Sonne, oder in Oberfläche 1370mahl größer, als uns die Oberfläche der Sonne erscheint; so daß für diesen Mond das ganze Sternbild Orions von dem Hauptplaneten bedeckt werden kann, und er bey seinem Auf= oder Untergange den achtzehnten Theil des ganzen Horizontes einnimmt. Auf dem zweyten Satelliten erscheint Jupiter noch unter einem Durchmesser von 12° 25′, auf dem dritten von 7° 46′, und auf dem vierten von 4° 25′ also in derselben Ordnung an Oberfläche 620, 240 und 78mahl größer, als uns die Oberfläche der Sonne erscheint. Der Durchmesser der Sonne erscheint aber dem Jupiter und seinem Satelliten nur unter einem Winkel von 6 Minuten 10 Secunden, daher erscheint den vier Satelliten in der vorigen Ordnung der Durchmesser ihres Hauptplaneten 193, 121, 76 und 43mahl größer, als ihnen der Durchmesser der Sonne, und die Oberfläche des Hauptplaneten 37000, 14600, 5800 und 1800mahl größer, als ihnen die Oberfläche der Sonne erscheint.

Auch die Bewegungen dieser Satelliten in ihren elliptischen Bahnen, und eben so die Störungen, welche sie von einander und von der Sonne erfahren, haben die Astronomen durch die Gewalt der Analyse bestimmt. Bailly, dessen Tod ein entsetzlicher Beweis der Unbeständigkeit der Volksgunst ist *), war der erste, der sich mit dieser Theorie der Satelliten Jupiters beschäftigte, indem er jeden derselben für sich betrachtete, und durch dieselben Ausdrücke, welche bey unserem Monde gebraucht werden, die Störungen aufsuchte, welche er von Jupiter und der Sonne leidet. Allein diese Absonderung, die wohl das Problem erleichterte, konnte keine vollständige Auflösuug desselben geben, daher die Akademie der Wissenschaften in Paris im Jahre 1766 die Preisfrage aufgab, die Ungleichheiten der Satelliten Jupiters alle auf einmahl zu bestimmen, indem man bey dieser Bestimmung nicht nur die Wirkung der Sonne auf einen jeden einzeln, sondern auch die gegenseitigen Störungen aller Satelliten untereinander betrachtet. Lagrange, der den Preis erhielt, löste diese schwere Aufgabe der erste in ihrem ganzen Umfange in einer Abhandlung, welche eine der schönsten ist, die je über das Weltsystem erschien. Im Jahre 1788 gab auch Laplace seine vollständige Theorie der Satelliten, in deren Bewegung er mehrere wichtige Entdeckungen gemacht hatte, und auf die endlich Delambre seine sehr schätzenswerthen Tafeln dieser Satelliten gegründet hat. Diese Arbeiten lehrten uns die Massen

*) Nachdem er als Maire von Paris und Mitglied der Akademie der Wissenschaften durch eine große Anzahl nützlicher Arbeiten und edler Handlungen sein Leben mit Ehre bedeckt hatte, starb er ein Opfer der blutdürstenden Tyranney, die Frankreich in seiner Grundfeste erschütterte, unter der Guillotine, indem er die Ruhe und die Würde des Gerechten den Mißhandlungen seiner Henker und der blinden Wuth eines Volkes entgegensetzte, das ihn kurz zuvor noch als seinen Abgott verehrt hatte.

der Satelliten kennen, die in der vorigen Ordnung 17, 23, 28 und 43 Milliontheile der Masse Jupiters betragen. Verbindet man diese Massen mit der oben gegebenen absoluten Größe der Satelliten, so erhält man ihre Dichten 0.7, 1.7, 1.2 und 1.7 gegen die Dichte Jupiters, oder 0.1, 0.4, 0.3 und 0.4 gegen die Dichte der Erde, oder endlich 0.8, 1.9, 1.4 und 1.9 gegen die Dichte des Wassers, also auch der Fall der Körper auf ihrer Oberfläche in der ersten Secunde 0.8, 1.6, 2.0, und 1.9, Pariser Fuß.

Vor der Opposition Jupiters mit der Sonne, wenn dieser Planet Vormittag durch den Meridian geht, sieht man oft die Satelliten auf der rechten oder westlichen Seite Jupiters, noch ehe sie den Rand desselben erreicht haben, plötzlich verschwinden, und erst einige Stunden später an dem anderen Rande des Planeten wieder erscheinen. Eben so sieht man diese Monde einige Wochen nach der Opposition, wenn Jupiter Abends culminirt, nachdem sie auf der westlichen Seite des Planeten ganz nahe an dem Rande desselben verschwunden waren, weil sie von diesem Rande selbst für uns bedeckt werden, erst in einer beträchtlichen Entfernung von dem östlichen Rande plötzlich wieder hervortreten. Diese Erscheinungen sind unseren Mondesfinsternissen so ähnlich, daß man die Ursache derselben gleich nach ihrer Entdeckung ohne Mühe erkannt hat. (I. S. 316) Jupiter wirft nähmlich als ein an sich dunkler, aber von der Sonne beschienener Körper, so wie die Erde, einen kegelförmigen Schatten auf die von der Sonne abgewendete Seite, und dieser Schatten fällt vor der Opposition für uns auf die westliche, nach der Opposition aber auf die östliche Seite, daher wir dort die Eintritte der Monde in den westlichen, hier aber die Austritte derselben aus dem östlichen Rande sehen, während uns dort die Austritte aus dem östlichen, so wie hier die Eintritte in dem westlichen Rande unsichtbar sind, weil uns beyde von der

Scheibe des Hauptplaneten selbst verdeckt werden. In der Mitte zwischen der Opposition und Conjunction aber, wo Jupiter am weitesten oder neunzig Grade von der Sonne entfernt ist, und daher um sechs Uhr Morgens oder Abends durch den Meridian geht, fällt sein kegelförmiger Schatten auch am meisten schief gegen Osten oder Westen, und er ist dort, wo die zwey äußersten Satelliten durch ihn gehen, schon so spitz, daß keine der beyden Seiten des Schattens für uns von der Scheibe des Planeten bedeckt werden kann, daher wir dann von diesen beyden Satelliten die Eintritte sowohl, als auch die Austritte sehen können. Die zwey anderen Satelliten aber stehen ihren Hauptplaneten immer so nahe, daß man vor der Opposition bloß ihre Eintritte, und nach der Opposition bloß ihre Austritte sehen kann, weil, wie gesagt, die anderen beyden Erscheinungen für uns hinter der Scheibe des Planeten selbst statt haben.

In der Nähe der Opposition sieht man auch oft den Satelliten auf der östlichen Seite Jupiters in den Rand desselben eintreten, und auf der Scheibe desselben, als einen durch sein helleres Licht ausgezeichneten runden Fleck allmählig westlich vorrücken, bis er an dem westlichen Rande wieder austritt. In größeren Entfernungen von der Opposition bemerkt man, daß diesen helleren Flecken auf der Scheibe des Hauptplaneten in einiger Entfernung östlich, ein anderer eben so großer, aber dunkler Flecken folgt, der denselben Weg, wie jener, und mit derselben Geschwindigkeit zurücklegt. Diese Erscheinungen sind daher wahre Sonnenfinsternisse, welche auf der Oberfläche Jupiters von den Satelliten verursacht werden, die ihren Schatten auf diese Oberfläche werfen, einen Schatten, den man zur Zeit der Opposition selbst von der Erde nicht sehen kann, weil dann seine Axe mit der Linie, welche die Mittelpunkte der Erde und des Jupiters verbindet, zusammenfällt, daher dieser Schatten von

der Scheibe der Satelliten selbst für uns bedeckt wird. Diese beyden Arten von Finsternissen zeigen uns, daß Jupiter sowohl als seine Satelliten dunkle Körper sind, welche ihr Licht nur von der Sonne erhalten, und es scheint die Beleuchtungsfähigkeit dieser fünf Körper sehr verschieden zu seyn, da man das Licht des Satelliten bey seinem Vorübergange vor dem Hauptplaneten noch deutlich von dem Lichte dieses Planeten selbst unterscheiden kann, und da nach Schröter selbst die Farbe, unter welcher uns die Satelliten erscheinen, unter einander verschieden ist, indem das Licht des ersten und dritten immer hellweiß, das des zweyten bläulich aschgrau, und das des vierten endlich trüb und orangefarbig ist.

Während dem Vorübergange der Satelliten vor der Scheibe ihres Hauptplaneten bemerkt man oft in dem lichten Flecken des Mondes selbst einen anderen grauen, der sich von den Streifen Jupiters durch eine dunklere Farbe auszeichnet. Da er den Ort des Satelliten nicht verläßt, und mit ihm dieselbe Geschwindigkeit, und Richtung der Bewegung beybehält, und da er, wenn er sich dem Rande Jupiters nähert, nicht schmäler oder schwächer wird, so gehört er nicht der Oberfläche des Planeten, sondern vielmehr jener des Satelliten selbst an: er ist ein dunkler Flecken des letzteren. Bey dem vierten besonders bemerkte man schon lange, daß er während den siebenzehn Tagen seiner Revolution sein Licht auf eine sehr regelmäßige Weise ändert, indem er gleich nach seinem Durchgange hinter den Planeten immer am hellsten erscheint, obschon hier ein großer Theil seines Lichtes von dem viel stärkeren des nahen Planeten absorbirt wird; daß er dann in größeren Entfernungen vom Jupiter allmählig dunkler wird, bald nach dem Vorübergange vor der Scheibe Jupiters am schwächsten erscheint, und von da allmählig wieder an Helligkeit zu nimmt: kurz daß er immer am stärksten glänzt, wenn er uns jenseits, und am schwächsten, wenn er

dießseits vom Jupiter steht, also dort uns seine hellere, hier aber seine dunklere, wahrscheinlich mit vielen dunklen Flecken bedeckte Seite zukehrt. Da er uns aber dort dieselbe Seite, wie dem Jupiter, und hier die entgegesetzte Seite zukehrt, so folgt, daß seine hellere Seite immer gegen den Jupiter gekehrt ist, oder daß er seinem Hauptplaneten immer dieselbe Seite zukehrt, oder endlich, daß, wie bey unserem Monde, die Zeit seiner Revolution um den Hauptplaneten gleich ist der Zeit der Rotation um seine eigene Axe. Da man eine ähnliche Erscheinung auch an den drey anderen Satelliten, ja auch an denen des Saturns, nur nicht so auffallend, entdeckt hat, so scheint diese Gleichheit der Revolution und Rotation ein allgemeines Gesetz aller Satelliten zu seyn. (Vergl. I. S. 325) Da übrigens diese periodischen Lichtwechsel nicht bey jedem Umlaufe der Satelliten in gleichem Grade statt haben, sondern oft ganz unmerklich sind, so scheinen auch auf der Oberfläche dieser Monde sehr große Revolutionen vorzugehen, deren Folgen selbst in dieser bedeutenden Entfernung für uns noch sichtbar sind. Da sie aber, wenn sie der Oberfläche der Satelliten selbst angehörten, gänzliche Zerstörungen und völlige Umbildungen auf derselben hervorbringen würden, so können sie nur als in einer sehr dichten und großen Veränderungen unterworfenen Atmosphäre dieser Satelliten enthalten gedacht werden, wodurch daher diese Körper von unserem Monde, der keine, oder nur eine sehr feine Atmosphäre hat, wesentlich verschieden sind. Eine dichte, von vielen Dünsten angefüllte Atmosphäre setzt aber auch viel Wasser voraus, und da wir jene Revolutionen immer nur auf der vom Jupiter abgekehrten Seite der Satelliten bemerken, so scheint es, daß diese Seite derselben mit großen Flüssen und Meeren bedeckt ist, wenn gleich das darin enthaltene Wasser von dem unserer Erde sehr verschieden seyn mag, und daß dagegen die dem Hauptplaneten immer zugekehrte Seite derselben, wie

die unseres Mondes, fest und trocken und keiner beträchtlichen Ausdünstung fähig ist.

Die schnelle Bewegung dieser Satelliten, und die Leichtigkeit der Beobachtung ihrer Finsternisse, wenn sie in den Schatten ihres Hauptplaneten treten, gaben uns die Mittel, ihre Theorie bald nach der Entdeckung derselben mit einer größeren Genauigkeit zu entwickeln, als wir uns bey den Planeten selbst nach tausendjährigen Bemühungen nicht rühmen können. Diese Finsternisse aber haben überdieß noch für uns einen großen Nutzen, indem sie uns ein einfaches und bequemes Mittel zu den Bestimmungen der geographischen Längen der verschiedenen Orte der Erde anbiethen. (I. S. 317)

Wenn ein Schiffer, der bereits den Stand seiner Uhr kennt, und z. B. weiß, daß sie 3′20″ zu spät gegen die wahre Zeit seines Ortes geht, den Anfang oder das Ende einer solchen Finsterniß um 6^h 23′ Uhrzeit, also um 6^h 26′ 20″ seiner wahren Ortszeit beobachtet hat, und erfährt, daß man dieselbe Finsterniß z. B. in Wien um 8^h 22′ 50″ wahrer Wiener Zeit beobachtet hat, so gibt der Unterschied dieser beyden Zeiten sofort die geographische Länge seines Schiffes, die also 1^h 56′ 30″ oder 19° 7′ 30″ westlich von Wien ist. Da es ihm aber darum zu thun ist, die Länge seines Schiffes oder den Ort seines Aufenthaltes auf dem Meere zu der Zeit jener Finsterniß sogleich zu erfahren, um auf seiner Seekarte nachzusehen, nach welcher Richtung er steuern muß, um diese Küste zu erreichen, jene Sandbank, oder jene in seinen Karten verzeichnete Klippe zu vermeiden, so wird ihm die Theorie jener Satelliten, und die auf diese Theorie gegründeten Tafeln sehr nützlich seyn, aus welchen er die wahre Zeit dieser Finsterniß, wenn sie in Paris statt hat, sogleich durch Rechnung finden kann, ohne erst die Mittheilung einer wirklichen Beobachtung abzu-

warten. Um ihm aber selbst diese einfachen Rechnungen noch zu ersparen, haben die Astronomen in ihren sogenannten Ephemeriden (I. S. 19), welche die Schiffer immer mit sich nehmen, jene Finsternisse für Paris schon für mehrere Jahre voraus berechnet. Ein bloßer Blick in diese Ephemeriden zeigt dem Schiffer, daß seine Finsterniß in Paris statt hatte, als man daselbst $7^h\ 26'\ 40''$ wahre Zeit zählte, und da er selbst sie um $6^h\ 26'\ 20''$ seiner wahren Zeit beobachtet hatte, so ist die Differenz dieser beyden Zahlen sofort auch die Länge seines Schiffes westlich von Paris, oder diese Länge ist $1^h\ 0'\ 20''$, und da die östliche Länge Wiens von Paris gleich $0^h\ 56'\ 10''$ längst schon genau bekannt ist, so ist die westliche Länge seines Schiffes von Wien $1^h\ 56'\ 30''$, wie zuvor. Eine bloße einfache Addition oder Subtraction also setzt ihn in den Stand, den Ort, welchen sein Schiff auf der Oberfläche der Erde einnimmt, mit Genauigkeit zu bestimmen, und dadurch sein Schiff und sich selbst oft vor den größten ihm drohenden Gefahren zu sichern. Zwar würden ihm die Finsternisse unseres eigenen Mondes auch denselben Vortheil gewähren, und das Verfahren würde auch hier ganz dasselbe mit dem Vorhergehenden seyn; allein man weiß, daß die Finsternisse unsers Mondes sich nur sehr selten, in einem Jahre kaum dreymahl (I. S. 89) ereignen, und daß ihm daher dieses Mittel in der entscheidenden Stunde nur zu oft verlassen würde, während ihm die viel häufiger vorfallenden Finsternisse der Jupitersmonde diesen Vortheil beynahe täglich gewähren. Daß uns endlich die Beobachtungen dieser Finsternisse auch eines der interessantesten Probleme, die Geschwindigkeit des Lichtes zu messen, aufzulösen gelehrt haben, ist bereits (I. S. 320) gesagt worden.

Die geringe Schiefe der Bahn dieses Planeten gegen seinen Aequator, welche nach dem Vorhergehenden nur drey Grade beträgt, wird ohne Zweifel den Aufenthalt auf der

Oberfläche Jupiters von dem auf unserer Erde nicht wenig verschieden machen. Wegen dieser Schiefe wird der Wechsel der Jahreszeiten für denselben Ort nur unmerklich, oder Sommer und Winter nur sehr wenig verschieden seyn, da sich die mittägige Höhe für jedem bestimmten Ort der Oberfläche dieses Planeten im Laufe seines ganzen Jahres, d. h. in beynahe zwölf unserer Jahre, nur um sechs Grade ändert, während diese Aenderung auf der Erde in einer zwölfmahl kürzeren Zeit schon sieben und vierzig Grade beträgt. Dafür wird aber auch aus demselben Grunde der Wechsel des Klimas der verschiedenen mehr oder weniger von dem Aequator entfernten Orte, desto merklicher seyn, und die glücklichen Bewohner der Aequatorialzone, welche die Sonne Mittags beynahe immer in ihrem Zenithe sehen, genießen eines ewigen Sommers, während die Bewohner der Polargegenden dieses Planeten unter meilenhohe Schnee- und Eisfelder begraben sind, indem sie sechs unserer Jahre die Sonne gar nicht, und die sechs folgenden Jahre selbst im Mittage nur in einer Höhe von drey Graden über dem Horizonte erblicken. Diese kaum merkbare Aenderung der Jahreszeiten, und die lange Dauer derselben hat auf diesen Planeten einen so starken Eindruck gemacht, daß wir die Folgen des daraus entstehenden scharfen Abschnittes der Climate, selbst in unserer großen Entfernung noch deutlich bemerken können, wie die dem Aequator parallelen Streifen, welche die heißen und kalten Zonen durch verschiedene Schattirungen angeben, und andere oben erwähnte Erscheinungen zu zeigen scheinen. Nicht minder wesentliche Folgen wird die schnelle Rotation dieses Planeten für die Bewohner desselben nach sich ziehen. Mit geringem Unterschiede ist auf diesem ganzen großen Planeten durch den Lauf des ganzen Jahres immer fünf unserer Stunden Tag, die fünf andern Nacht. Wenn auch dort, wie es wahrscheinlich ist, Tag und

Nacht dieselben Bestimmungen haben, wie hier; wenn jener den Arbeiten und Vergnügungen, und dieser der Ruhe und dem Schlafe gewidmet ist, die bekannte Ausnahme der bloß genießenden Classe abgerechnet, und wenn dort die Arbeiten auch nach den Stunden des Tages eingetheilt sind, wie viel geschwinder müssen sich dort die mannigfaltigen Abwechslungen folgen, und welche Schnellkraft des Körpers und des Geistes muß man bey den Bewohnern dieses Planeten voraussetzen, da sie, wenn sie sonst mit ihren Geschäften jeden Tag zu Ende kommen wollen, in einigen Minuten schon vollenden müssen, wozu wir ganze Stunden brauchen. In der That sind doch für manche von uns zehn Stunden kaum hinlänglich, um auch bey der größten Thätigkeit täglich drey oder vier Mahlzeiten einzunehmen, und eben so viele, um den wegen jenen Arbeiten ermüdeten Körper durch den Schlaf wieder zu ähnlichen neuen Anstrengungen des folgenden Tages zu stärken. Wenn daher die Frauen auch dort, wie hier, wenigstens vier oder fünf Stunden des Abends brauchen, um sich zu dem bevorstehenden nächtlichen Balle vorzubereiten, so würde keine von ihnen zu dem so sehnlich gewünschten Ziele kommen, da am Ende dieser fünf Stunden auch schon die Nacht selbst, und mit ihr der ganze Ball vorüber gegangen wäre. Diese eifrige Geschäftigkeit und Gewandtheit der Damen Jupiters würde uns übrigens desto auffallender seyn, da sie nicht die niedliche Größe der unseren, sondern eine Höhe von mehr als 70 Fuß haben, also schon unseren Häusern gleich kommen mögen, wenn anders die Größe der Bewohner der Planeten mit der Größe der Planeten selbst im Verhältnisse stehen soll. Mit einer solchen Einrichtung würden ohne Zweifel die meisten von uns Erdbewohnern, nicht bloß die der verzehrenden, sondern auch der arbeitenden Classe sehr unzufrieden seyn, wenn ihre Nächte nur fünf Stunden dauerten, und man schon wieder aufstehen sollte,

nachdem man sich kaum niedergelegt hat. Nur eine Classe möchte da vielleicht eine Ausnahme machen, die der Astronomen, die dort manche große Vortheile genießen, welche hier unten immer nur zu den frommen Wünschen gezählt werden müssen. Die wichtigsten und interessantesten Beobachtungen derselben, die Finsternisse der Sonne und des Mondes, die bey uns so selten sind, gehören dort zu den beynahe täglichen Erscheinungen, und da alle vier Satelliten die Sonne an scheinbarer Größe übertreffen, und ihre Bahnen mit der Bahn des Hauptplaneten beynahe zusammenfallen, so sind fast alle diese Finsternisse total, und wegen der schnellen Rotation Jupiters oft auf dem ganzen Planeten sichtbar. Diese Finsternisse sind so häufig, und die Bewegung der Satelliten so schnell, daß ihre mannigfaltigen Erscheinungen, ihre gegenseitigen Stellungen und Gruppen nicht allein den schönsten Anblick gewähren, sondern auch den Astronomen die Mittel gleichsam von selbst anbiethen müssen, die vorzüglichsten Elemente der Sternkunde in kurzer Zeit und mit großer Schärfe zu bestimmen. Um z. B. die Entfernung des ersten Mondes zu messen, haben die Bewohner Jupiters an dem Durchmesser ihres Planeten eine Basis, die schon den dritten Theil dieser zu messenden Entfernung beträgt. Das für uns so schwere Problem, die Entfernung der Weltkörper von uns und die geographische Länge der Orte auf unserem Wohnorte zu bestimmen, ist daher dort eine mit großer Leichtigkeit und Genauigkeit zu lösende Aufgabe. Die schnelle Rotation Jupiters, so wie die schnellere Schwingung des Pendels *) gibt

*) Die Körper fallen auf der Oberfläche Jupiters (nach I. S. 355) 39.4 Pariser Fuß in der Zeit einer unserer Secunden, woraus folgt, daß unser Secundenpendel von drey Fuß dort nahe an zwey Schwingungen macht, und daß ein Pendel, welches Secunden schlagen soll, auf den Jupiter eine Länge von acht Fuß haben muß.

den Astronomen ein Mittel, das wichtigste Element aller ihrer Beobachtungen, die Zeit, mit viel größerer Schärfe, als bey uns möglich ist, zu bestimmen.

Da wir in der Natur alles zu einem Zwecke untereinander verbunden sehen, so dürfen wir mit Recht voraussetzen, daß der Nutzen, welchen Jupiter und seine Bewohner von jenen vier Monden ziehen, auch noch in mancher anderen Beziehung beträchtlich seyn mag, indem sie schon auf uns in einer Entfernung von mehr als hundert Millionen Meilen noch so vortheilhaft einwirken. Aber noch viel größer ist wahrscheinlich der Nutzen, welchen diese Monde wieder von ihren Hauptplaneten ziehen. Welch ein Schauspiel mag es für die Bewohner des ersten Satelliten seyn, eine der Sonne ähnliche feurige Scheibe, aber 1400mahl größer, als uns die Sonne erscheint, immer in derselben Stelle des Himmels unbeweglich zu erblicken, während die Sonne und alle anderen Gestirne hinter ihr vorüber ziehen, begleitet von andern ebenfalls großen beleuchteten Scheiben, welche die erste bald auf dieser, bald auf jener Seite in künstlich verschlungenen Linien nach ewig unveränderlichen Gesetzen umtanzen. Eine Reise von 440 Meilen, wie von Paris nach Gibraltar, die ein Bewohner dieses Mondes macht, würde schon Jupiter aus dem Zenithe in seinen Horizont rücken. Mit welchen Empfindungen mögen die Bewohner des Randes der hinteren Seite dieses Mondes nach einer Reise von nur wenigen Meilen den strahlenden Körper erblicken, dessen Oberfläche die der Sonne, wie diese ihnen erscheint, 37000mahl übertrifft, und ein Licht verbreitet, das mit dem unseres Vollmondes nicht zu vergleichen ist. Dafür müssen es sich aber auch diese, von ihrem Hauptplaneten so begünstigten Monde gefallen lassen, immer einen Theil ihrer Mittage in dem Schatten des Planeten zu stehen, und dadurch der Sonne gerade dann, wenn sie ihnen ihre wärmsten Strahlen sendet,

beraubt zu werden, während in derselben Zeit auch Jupiter nur seine beschattete Seite den Monden zuwendet, und also auch die dunklen Nächte des Hauptplaneten nicht von dem Vollmonde der Satelliten erleuchtet werden können, so daß die Bewohner Jupiters ihre Monde meistens nur im zunehmenden oder abnehmenden Lichte kennen lernen.

Neuntes Capitel.

Saturn mit seinem Ringe und sieben Satelliten.

In einer mittleren Entfernung von der Sonne von 192 Millionen Meilen legt Saturn seinen Weg um diesen Centralkörper in 10759 Tagen oder in 29. 46 Julianischen Jahren zurück. Während Merkur, der der Sonne nächster Planet, in jeder Secunde über 152000 Fuß durchläuft, legt Saturn, der entfernteste der älteren Planeten, mit einer nahe fünfmahl kleinern Geschwindigkeit nur 30700 Fuß zurück, und durchwandelt so als der Gott der Zeit unbemerkt und langsam, wie die ewige Zeit selbst, seine Bahn von 1200 Millionen Meilen. Wegen der beträchtlichen Excentricität seiner elliptischen Bahn ist seine Entfernung von der Sonne zwischen den Gränzen 181 und 203 Millionen Meilen enthalten, während er sich der Erde von 223 bis 161 Millionen Meilen nähern kann. Sein Durchmesser beträgt 17258 geographische Meilen. Uns erscheint dieser Planet unter einem Durchmesser von 15 bis 21 Secunden. Aus der Sonne gesehen aber erscheint sein Durchmesser unter dem Winkel von 18 Secunden, also eben so groß, wie die der Sonne über neunmahl nähere Erde; dem Saturn aber erscheint die Sonne unter einem Durchmesser von 102 Secunden, oder zehnmahl kleiner als uns, so wie dort die Ober-

fläche der Sonne 90mahl kleiner als bey uns ist, daher auch die Beleuchtung derselben auf Saturn 90mahl schwächer ist, als auf der Erde, vorausgesetzt, daß diese beyden Planeten dieselbe Empfänglichkeit für das Licht haben. Man erkennt ihn leicht an seinem matten, grauweißen Lichte ohne Scintillation, und findet ihn, einmahl erkannt, ohne Mühe wieder, da er sich so langsam unter den Sternen bewegt, und über $2\frac{1}{2}$ Jahr in demselben Zeichen des Thierkreises verweilt.

Seine Masse übertrifft die der Erde 95mahl; da aber sein körperlicher Inhalt den der Erde 928mahl übertrifft, so ist die Dichte des Saturns nur der $\frac{95}{928}$ oder der 0.102te Theil von der Dichte der Erde oder die specifische Schwere der Saturnusmasse ist nur zweymahl größer, als die des Korkholzes, und nahe unseren aetherischen Oehlen und Naphten gleich. Die Kraft der Schwere endlich wirkt auf seine Oberfläche beynahe eben so, wie auf der Erde, da die Körper dort in einer Secunde durch 15.15 Pariser Fuß fallen.

Aus der Beobachtung seiner Flecken hat man gefunden, daß er sich in 10 Stunden und 16 Minuten um eine Axe dreht, die mit der Ebene seiner Bahn einen Winkel von 60° bildet, so daß seine Schiefe der Ekliptik 30° beträgt. Seine Tage sind also beynahe von derselben Länge wie die des Jupiters, aber sein Jahr ist $2\frac{1}{2}$ der Jahre Jupiters, oder $29\frac{1}{2}$ unserer Jahre gleich. Diese schnelle Rotation hat auch eine große Abplattung an seinen beyden Polen zur Folge, die nahe den eilften Theil des Durchmessers beträgt. Herschel bemerkte zuerst an diesem Planeten noch eine zweyte Art von Abplattung in der Richtung des Aequators, so daß seine Scheibe durch gute Fernröhre an vier Stellen, deren je zwey einander gegenüber stehen, eingedrückt, und derjenige seiner Durchmesser als der größte erscheint, welcher mit seinem Aequator einen Winkel von nahe 45° bildet. Dieser größte Durchmesser, der des Aequators, und je-

ner der Umdrehungsaxe verhalten sich wie die Zahlen 36, 35 und 32. Allein Schröter bemerkte bey seinen lange fortgesetzten Beobachtungen große Veränderungen in der Gestalt des Umfanges dieses Planeten. So fand er den 15. Januar 1803 das Verhältniß der Rotationsaxe zum Durchmesser des Aequators gleich 10 zu 11; den 11. Februar aber wie 7 zu 8; den 18. Februar Abends wie 9 : 10 und den 19. Morgens wieder wie 7 zu 8, wo zugleich an der südlichen Hemisphäre ein Randsegment zu fehlen schien. Den 24. Februar, so wie den 5. März fand er diese Abplattung bedeutend kleiner, als die des Jupiters, den 16. März aber wieder viel größer; den 25. Junius desselben Jahres fand er jenes Verhältniß nur wie 11 zu 12, und den 5. August, wo sich die Erde in der Ebene des Saturnäquators befand, konnte er beynahe gar keine Abplattung bemerken. Bey allen diesen großen und schnellen Aenderungen blieb doch, was sehr merkwürdig ist, die Gestalt der Abplattung immer sehr regelmäßig, woraus zu folgen scheint, daß man sie nicht bloßen Aenderungen in der Atmosphäre Saturns zuschreiben kann, sondern daß diesen Planeten vielleicht eine flüssige Hülle umgibt, die, so wie unser Meer, einer Art von Ebbe und Fluth unterworfen ist.

Auch am Saturn hat man fünf seinem Aequator parallele Streifen entdeckt, die so wie bey Jupiter atmosphärischer Art, wenn gleich noch von unseren Wolken sehr verschieden, und eine Folge der schnellen Rotation des Planeten seyn mögen. Diese Streifen, und die häufigen Veränderungen, welche in ihnen vorgehen, machen in der That die Existenz einer Atmosphäre Saturns sehr wahrscheinlich. Diese Wahrscheinlichkeit wird noch dadurch vermehrt, daß der von der Sonne abgewendete Pol, welcher eben seinen fünfzehnjährigen Winterschlaf hält, immer viel weißer und glänzender erscheint, als der andere, und daß endlich die

Sterne, welchen Saturn in seinem Laufe begegnet, so wie seine eigenen Monde, indem sie sich ihm nähern, nach und nach immer schwächer werden, und so, nicht wie bey unseren Monde plötzlich, sondern nur langsam und allmählig verschwinden, wenn sie in die untere dichtere Atmosphäre des Planeten eintreten.

Dieser Monde, welche ihn auf seiner großen Bahn um die Sonne begleiten, sind uns bisher sieben bekannt geworden, welche aber, den sechsten ausgenommen, der an Größe den Mars übertrifft, sämmtlich so klein, und so weit von uns entfernt sind, daß sie nur durch sehr gute und Lichtstarke Fernröhre wahrgenommen werden können. Jenen fand Huyghens im Jahre 1655; der fünfte und siebente wurde 1672 und der dritte und vierte 1684 von D. Cassini entdeckt. Nun verging ein Jahrhundert, bis Herschel durch die von ihm zu so großer Vollkommenheit gebrachten Telescope im Jahre 1789 noch die beyden innersten, oder den ersten und zweyten entdeckte, welche beyde die kleinsten uns bekannten Körper des Himmels und immer zu nahe bey dem sie verdunkelnden Lichte des Hauptplaneten sind, und daher nur durch ganz vorzügliche Fernröhre erkannt werden können. Aus dieser Ursache sind auch ihre Finsternisse, die immer in der Nähe des Hauptplaneten statt haben müssen, so schwer zu beobachten. Indessen ist es doch den vereinigten Bemühungen Herschels und Schröters gelungen, ihre Bahn, und die Gesetze ihrer Bewegungen, die mit denen der übrigen Weltkörper übereinstimmen, mit einiger Schärfe zu bestimmen.

Die Bahnen der sechs ersten Satelliten Saturns liegen alle nahe in der Ebene seines Aequators, so wie auch ihre Knotenlinien nach derselben Richtung liegen; ihre Neigung gegen die Bahn der Erde ist 30° 20′, und gegen die Bahn des Saturns 30°, und die Länge ihrer aufsteigenden Knoten in der Erdbahn 167° und in der Saturnsbahn 171°.

Die Bahn des siebenten oder äußersten aber entfernt sich, so wie bey Jupiter (S. 113) von dieser gemeinschaftlichen Ebene, da ihre Neigung gegen die Erdbahn 25°, gegen die Saturnsbahn 23°, und gegen den Aequator Saturns 12°, und die Länge ihres aufsteigenden Knotens mit der Erdbahn 145°, und mit der Saturnsbahn 148° beträgt. Diese großen Neigungen der Satellitenbahnen sind die Ursache, warum sie viel seltener verfinstert werden, als die Monde Jupiters, welche letztere beynahe in jeder Opposition durch den Schatten ihres Planeten gehen. (S. 121).

Die siderischen Umlaufszeiten und die Entfernungen dieser Monde von dem Mittelpunkte Saturns sind.

	Siderische Revolutionen.				Entfernungen in Halbmessern, Saturns.	in geogr. Meilen.	in Halbmessern des Ringes.
I.	0 T.	22 h	37′	30″	3.080	26580	1.32
II.	1	8	53	9	3.952	34060	1.69
III.	1	21	18	26	4.893	42220	2.10
IV.	2	17	44	51	6.268	54090	2.69
V.	4	12	25	11	8.754	75540	3.75
VI.	15	22	41	14	20.295	175130	8.70
VII.	79	7	54	37	59.154	510.440	25.35

Man bemerkt auch hier das dritte Gesetz Keplers, nach welchen sich die Quadrate der Umlaufszeiten, wie die Würfel der mittleren Entfernungen verhalten. Die ersten drey sind also ihren Planeten näher, als uns der Mond, ihre Entfernungen betragen nur $\frac{1}{2}$, $\frac{2}{3}$ und $\frac{4}{5}$ der Entfernung unseres Mondes von der Erde; der vierte hat fast dieselbe Entfernung mit unserem Monde; zwischen dem fünften und sechsten aber, so wie zwischen dem sechsten und siebenten bemerkt man einen sehr großen, den übrigen nicht angemessenen Zwischenraum, gleichsam eine Kluft, in welcher vielleicht unsere späteren Nachfolger noch mehrere Satelliten entdecken werden.

Die Bahn des ersten Mondes ist überhaupt die kleinste, die wir in unserem Sonnensysteme kennen, da ihr Halbmesser nur ein Drittheil größer ist, als der Durchmesser Jupiters, so wie auch dieser Mond selbst wahrscheinlich der kleinste Körper unseres Systemes ist. Ihre absolute Größe läßt sich durch Messungen nicht mit Schärfe bestimmen; nach Schröter hat man für die fünf letzten den Durchmesser in Meilen

III. 142.
IV. 142.
V. 360.
VI. 1046.
VII. 618.

Ihre Massen endlich, so wie ihre Dichtigkeiten und die Fallhöhen auf ihrer Oberfläche werden wir vielleicht nie, auch nur mit einiger Genauigkeit bestimmen können. Die Existenz ihrer Rotation aber haben die Beobachtungen außer Zweifel gesetzt, denn man bemerkte sehr bald nach der Entdeckung des siebenten Satelliten, daß sein Licht, wenn er in seiner größten Digression links oder östlich von Saturn steht, regelmäßig heller glänzt, als auf dem entgegengesetzten Orte seiner Bahn, woraus folgt, daß dieser Mond auf einer seiner Seiten dunkler oder mit Flecken bedeckt ist, und daß er seinen Hauptplaneten während seiner Bewegung um ihn immer dieselbe Seite zuwendet, daß also, wie bey unserem Monde und den Satelliten Jupiters seine Revolution gleich seiner Rotation seyn muß. Einen ähnlichen periodischen Lichtwechsel hat man auch an den vier von Cassini entdeckten Satelliten bemerkt, so daß diese Gleichheit der Rotation und Revolution ein allgemeines Gesetz aller Satelliten zu seyn scheint. (Vergl. I. S. 325.)

Noch umgibt diesen Planeten ein anderer Körper, der ihn für uns zu den merkwürdigsten aller Planeten macht.

Bald nach der Entdeckung der Fernröhre entdeckte Galilei im Jahre 1612 zwey Satelliten Saturns, denn für solche hielt er jene fremdartigen Körper, die aber, nach ihm, keine Bewegung um ihren Hauptplaneten haben, sondern die immer unverrückt zu beyden Seiten desselben zu stehen, und gleichsam an ihn befestigt zu seyn schienen. Das Fernrohr, welches Galilei brauchte, war ein sogenanntes Erdfernrohr mit einem concaven Oculare, welches nur 33mahl vergrößerte, und überhaupt als eines der ersten nur sehr unvollkommen gearbeitet. Seine vermeinte Entdeckung wurde von den Astronomen jener Zeit eifrig verfolgt, aber es währte über zwanzig Jahre, bis man sich von dieser ersten Idee zweyer festen Satelliten los machen konnte, und noch im Jahre 1633 sah Gassendi mit seinem viel besseren Fernrohre doch nichts anderes, als diese zwey eingebildeten Monde. Einige Jahre später bemerkte Hevelke in Danzig, daß diese zwey kleinen Kugeln, diese sogenannten Satelliten, mit der großen Kugel Saturns durch zwey Arme zusammenhingen, und daß Saturn seine Gestalt von einem Jahre zu dem andern auf eine sehr sonderbare Weise ändere, indem er bald, wie die übrigen Planeten, rein kugelförmig, bald wieder, als eine Kugel mit zwey Armen oder Henkeln erschien, die sich nach und nach erweiterten, und wieder zusammenzogen. Hevelke gab von diesen auffallenden Metamorphosen eine Menge Zeichnungen, aber es gelang ihm nicht, den Grund dieser verschiedenen Erscheinungen zu entdecken, weil entweder sein Fernrohr oder seine Einbildungskraft nicht hinreichte, alle diese Veränderungen aus einer einzigen Quelle abzuleiten. Endlich erschien im Jahre 1659 das berühmte Werk de horologio oscillatorio des um die Wissenschaft so verdienten Huyghens, in welchem die so lang und mühsam gesuchte Auflösung jenes Räthsels enthalten war. Huyghens hatte sich selbst neue Gläser geschliffen,

und daraus ein Fernrohr zusammengesetzt, welches die seiner Vorgänger weit übertraf, und damit sah er, was jetzt jedem schon der erste Blick durch unsere seitdem so sehr verbesserten Fernröhre zeigt, daß alle jene sonderbaren Erscheinungen von einem kreisförmigen, breiten und den Saturn ringsum frey und concentrisch umgebenden Ringe kommen. *) In der That, wenn wir diesen Ring durch ein nur schwach vergrößerndes Fernrohr betrachten, so wird man bemerken, daß seine vordere Seite da, wo sie dem Planeten am nächsten ist, (die entgegengesetzte von dem Planeten bedeckte Seite ist meistens unsichtbar) sehr schmal erscheint, weil wir da nur eine Seite des Ringes sehen, dessen Beleuchtung noch dazu von dem benachbarten Lichte des Planeten sehr geschwächt wird, während er im Gegentheile näher an seinen beyden Enden, die von Saturn weiter entfernt sind, am breitesten erscheint, weil hier beyde, die vordere und die hintere Seite des Ringes gleichsam in einander laufen, woraus sich denn jene erste Hypothese der zwey an Saturn unbeweglich befestigten Satelliten sehr leicht erklären läßt.

Die Sorgfalt, mit welcher dieser Ring seit Huyghens, oder seit 160 Jahren mit den besten Fernröhren beobachtet wurde, hat nicht allein die Richtigkeit der von ihm aufgestellten Erklärung vollkommen bestätiget, sondern auch noch manches andere Interessante von diesem Ringe kennen gelehrt, womit wir uns nun näher beschäftigen wollen.

Daß Saturn sowohl, als sein Ring dunkle Körper sind, die ihr Licht nur von der Sonne erhalten, folgt schon daraus, daß man auf der Oberfläche des Planeten den Schat-

---

*) Es darf kaum erwähnt werden, daß die Alten, der großen Virtuosität ihres Gesichtes ungeachtet, den Ring Saturns nicht einmahl ahndeten, aber es bleibt immer merkwürdig, das die Indier auf ihren alten Karten den Saturn mit einem Ringe abgebildet haben.

ten des vorderen Bogens des Ringes deutlich sieht, wenn die Lage desselben gegen unser Auge schief genug ist, um diesen Schatten leicht bemerken zu können. Dieselbe Beobachtung beweiset zugleich, daß der dunkle Raum zwischen diesen Körpern, zu beyden Seiten des Planeten in der That ein leerer Raum ist, oder daß der Ring den Planeten frey umschwebt, was einige nicht annehmen wollten, weil man, was übrigens auffallend ist, nie noch Sterne in diesem Raume bemerkt hat. Der vordere Bogen des Ringes, von welchem der mittlere Theil über die Kugel Saturns hinzieht, unterscheidet sich selbst auf dieser Kugel noch deutlich durch sein helleres, weißeres Licht, obschon er von der Sonne immer nur schief, und höchstens unter dem Winkel von 31°21′ erleuchtet wird. Schröter bemerkte diesen Unterschied selbst dann noch, als die Sonne auf der Fläche des Ringes schon unterging, und nur mehr sehr schiefe und matte Strahlen darauf werfen konnte. Es ist daher wahrscheinlich, daß die Masse des Ringes härter ist, mehr Licht reflectirt, als die Oberfläche des Planeten, oder daß der Ring, wie auch aus anderen Beobachtungen folgt, mit vielen und sehr hohen Bergen bedeckt ist, vielleicht bloß aus solchen aneinander gereiheten Gebirgen besteht.

Nach den Beobachtungen fällt die Ebene dieses Ringes mit der, den sechs ersten Satelliten gemeinschaftlichen Ebene oder mit der Ebene des Saturnäquators zusammen, und er ist daher 30 Grade gegen die Bahn des Saturns und 30° 20′ gegen die Bahn der Erde geneigt, und die Länge des aufsteigenden Knotens des Ringes mit der Erdbahn beträgt 168 Grade. Daraus folgt, daß wir diesen Ring, obschon er kreisförmig ist, doch nie unter der Gestalt eines Kreises, sondern meistens nur unter der einer Ellipse sehen können. Da er mit Saturn in beynahe 30 Jahren um die Sonne geht, und dabey, so wie z. B. unsere Erdaxe, immer eine sich selbst

parallele Lage behält, so sieht man leicht, daß er in dieser Zeit zweymahl in eine Lage kommen muß, in welcher seine verlängerte Ebene durch den Mittelpunkt der Sonne geht, und da in dieser Lage, nicht die breite flache Seite, sondern nur die schmale Kante des Ringes von der Sonne beleuchtet werden kann, so wird er auch in dieser Lage, wenigstens in großer Ferne, z. B. von der Erde, unsichtbar seyn. Mit sehr lichtstarken Fernröhren bemerkt man ihn aber auch dann noch als eine feine, durch den Mittelpunkt Saturns gehende gerade Linie. Die Sichtbarkeit des Ringes hat also überhaupt eine Periode von 30 Jahren, in welcher er zweymahl verschwindet, weil seine Ebene durch die Sonne geht, und in welcher durch 15 Jahre die eine nördliche, und durch die folgenden 15 Jahre die andere südliche Fläche des Ringes von der Sonne beschienen wird. Allein die Sichtbarkeit des Ringes hängt für uns auch noch von der Lage der Erde ab, da wir ihn offenbar nur dann sehen können, wenn wir uns auf der Seite seiner eben von der Sonne beleuchteten Fläche befinden. Da die Größe der Erdbahn gegen die des Saturns nur klein ist, so fällt die verlängerte Ebene des Ringes, immer durch 14 Jahre außerhalb der Erdbahn, so daß die Erde, welchen Ort sie auch immer einnehmen mag, sich doch immer auf der Seite des Ringes, die der Sonne und Erde zugekehrt ist, oder auf der beleuchteten Seite desselben befindet, und daher auch den Ring durch 14 Jahre ununterbrochen in der Gestalt einer bald weiteren bald engeren Ellipse sieht. Am Ende dieser 14 Jahre aber hat Saturn beynahe ein ganzes Jahr durch eine solche Lage, daß die verlängerte Ebene seines Ringes die Erdbahn schneidet, und während diesem Jahre ereignen sich daher die Veränderungen der Sichtbarkeit des Ringes, die von der Lage der Erde abhängen, und von denen wir sogleich sprechen wollen.

Nach diesem fünfzehnten Jahre fällt die Ebene des Rin-

ges, wieder außerhalb der Erdbahn, auf die der vorigen entgegengesetzte Seite derselben, und sie ist also wieder für die Erde durch volle 14 Jahre sichtbar, bis endlich im dreyßigsten Jahre nach dem Anfange dieser Periode, der Ring neuerdings durch die Erdbahn geht, und dieselben Erscheinungen, wie in dem 15. Jahre wieder eintreten.

Sey ABCG (Fig. 4) die Bahn Saturns, abcg die der Erde, S der Mittelpunkt der Sonne und BC, AD, KE.. die sich selbst immer parallele Lage der Ringebene. Im Anfange dieser dreyßigjährigen Periode sey Saturn in A, wo die verlängerte Ringebene die Erdbahn in a berührt. Während in den ersten 14 Jahren Saturn den Bogen ABCD seiner Bahn beschreibt, sieht die Erde aus jedem Punkte ihrer Bahn immer die beleuchtete Seite des Ringes, weil sie sich immer auf derselben Seite des Ringes befindet, auf welcher auch die Sonne steht. Dasselbe hat auch in den 14 Jahren statt, während welcher Saturn den Bogen FGHI seiner Bahn beschreibt. Da sich der Halbmesser SE oder SD der Saturnsbahn zu dem Halbmesser Sa der Erdbahn wie 9.54 zur Einheit verhält, so findet man leicht, daß der Bogen DF = AI oder der Winkel DSF = ASI zwölf Grade beträgt, und von Saturn nahe in einem Jahre zurückgelegt wird.*)

Diese Jahre, das fünfzehnte durch DF und das dreyßigste durch IA sind die beyden oben erwähnten Jahre unserer Epoche, in welcher die Ebene des Ringes durch die Erdbahn

*) Es ist nähmlich $\text{Sin DE} = \frac{Sa}{SD} = \frac{1}{9.54} = 0.1048$ oder $DE = 6°1'$ und daher $DF = 12° 2'$ und da die Revolution Saturns 29.46 Jul. Jahre beträgt, so ist die Zeit, in welcher er sich durch den Bogen DF oder IA bewegt, gleich $\frac{(29.46)(12.033)}{360} = 0.98$ Jahre.

geht. Um die Erscheinungen des Ringes für diese beyden Jahre zu umfassen, müssen wir im Allgemeinen, vier Fälle unterscheiden, indem wir zuerst bemerken, daß zur Zeit der Mitte dieser beyden Jahre Saturn in E oder K ist, wo die Ringebene EK durch die Sonne S geht, und also der Ring für uns aus der bereits oben angegebenen Ursache verschwindet, weil nur seine scharfe Kante von der Sonne beschienen wird. — Nehmen wir in dem ersten Falle an, daß in dem Augenblicke, wo die Ebene des Ringes DA im Anfange des 15. Jahres die Erdbahn in a berührt, die Erde etwa 45 Grade östlich von a, oder in b sey. Nach einem halben Jahre hat der Ring die Lage EK, und die Erde ist in f, hat sich also durch das ganze halbe Jahr immer auf der östlichen oder beleuchteten Seite des Ringes befunden. In dem Punkte f aber verschwindet ihr der Ring, weil er jetzt durch die Sonne geht. Unmittelbar nach diesem Durchgange des Ringes durch die Sonne wird der Ring auf seiner westlichen Seite beleuchtet, während die Erde noch auf der östlichen Seite ist, und daher den Ring so lange nicht sieht, bis sie, die von f nach g geht, während der Ring von E nach F fortrückt, dem Ringe irgend wo zwischen f und g begegnet. In diesem Augenblicke sieht die Erde, welcher bisher der Ring unsichtbar war, weil er ihr seit f seine dunkle Seite zugekehrt hatte, den Ring nicht, weil die Erde in der Ebene dieses Ringes selbst steht, aber unmittelbar nach dieser Epoche tritt die Erde weiter gegen West, und der Ring weiter gegen Ost, oder die Erde befindet sich jetzt auf der westlichen und beleuchteten Seite des Ringes, und sieht ihn daher nicht nur bis an das Ende dieses Jahres, wo der Ring wieder die Erdbahn in e verläßt, sondern auch noch alle folgenden 14 Jahre, während welcher der Ring außer der Erdbahn östlich vor ihr steht, und der Erde immer seine beleuchtete Seite zuwendet.

In diesem ersten Falle verschwindet daher der Ring nur einmahl in dem 14ten oder 30sten Jahre, und ist etwa durch drey Monathe für die Erde zwischen f und g unsichtbar.

In zweyten Falle sey die Erde in d, wenn der Ring die Lage DA hat. Nach einem halben Jahre ist die Erde in h und der Ring in EK, so daß zwischen g und h der Ring der Erde begegnet seyn muß. Bis zu dieser Begegnung war die Erde auf der hellen Seite des Ringes; jetzt aber tritt sie auf die dunkle Seite, auf welcher sie so lange bleibt, bis der Ring in EK durch die Sonne geht, und die Erde in h ist. Von diesem Augenblicke an ist die Erde auf der hellen Seite des Ringes, und bleibt es die ganze zweyte Hälfte dieses Jahres sowohl, als auch die nächstfolgenden 14 Jahre. In diesem Falle ist also der Ring auch nur einmahl, etwa wieder durch drey Monathe für die Erde, die indessen zwischen g und h ist, unsichtbar.

In dem dritten Falle sey die Erde in f, während der Ring in DA ist. Nach einem halben Jahre ist die Erde in b und der Ring in EK, so daß zwischen g und a die Erde dem Ringe begegnet, von welchem Augenblicke an die Erde auf die dunkle Seite des Ringes tritt, bis am Ende dieses ersten halben Jahres der Ring in EK durch die Sonne geht, wo die Erde in b wieder auf die helle Seite tritt. Da sie aber während der zweyten Hälfte dieses Jahres von b nach f und der Ring von S nach e oder von E nach F geht, so wird sie dem Ringe irgend wo in d wieder begegnen, und daher der Ring noch einmahl verschwinden, weil die Erde in d durch seine Ebene geht, und nach diesem Durchgange auf die dunkle Seite des Ringes tritt, bis sie ihm zwischen e und f noch einmahl begegnet, und durch diesen Durchgang wieder auf die helle Seite des Ringes tritt, auf welcher sie dann nicht nur den noch übrigen Theil dieses Jahres, sondern auch noch die folgenden 14 Jahre bleibt. In diesem dritten Falle

wird also der Ring zweymahl verschwinden, und zweymahl wieder erscheinen.

In dem vierten Falle endlich sey die Erde in h, während der Ring in DA ist, so geht in der ersten Hälfte dieses Jahres die Erde von h nach d, und der Ring von a nach S, beyde begegnen sich also zwischen h und a und der Ring bleibt unsichtbar, bis sie sich zum zweytenmahle zwischen a und c begegnen, wo dann die Erde auf die helle Seite des Ringes tritt. Am Ende dieses ersten halben Jahres ist die Erde in d, und der Ring in EK, und er wird daher zum zweytenmahle unsichtbar, weil er in diesem Augenblicke durch die Sonne geht, und nach diesem Augenblicke die Erde auf seine dunkle Seite tritt. In der zweyten Hälfte dieses Jahres geht die Erde von d nach h, und der Ring von S nach e, so daß sich also beyde zwischen e und g noch einmahl begegnen, und daß nach dieser Begegnung die Erde wieder auf die helle Seite des Ringes tritt, wo sie auch die folgenden 14 Jahre bleibt, und daß also auch in dem vierten Falle der Ring in dem 15ten oder 30sten Jahre zweymahl verschwindet, und zweymahl wieder erscheint.

Wenn im Anfange jenes Jahres die Erde in c und der Ring in a ist, so geht während der ersten Hälfte des Jahres die Erde von c nach g, und der Ring von a nach S, oder der Ring ist immer sichtbar, bis er am Ende dieses halben Jahres nur einen Augenblick verschwindet, in welchem nähmlich der Ring EK durch die Sonne und zugleich durch die Erde g geht. Nach diesem Augenblicke ist die Erde, so wie in dem ersten halben Jahre, wieder auf der beleuchteten Seite des Ringes, der daher während dem ganzen Jahre nur in der sehr kurzen Zeit, als die Erde sich in g aufhielt, unsichtbar war, in welcher seine Ebene durch die Sonne ging, und da zu derselben Zeit Saturn zugleich in Conjunction mit der Sonne, also uns wegen der Nähe der Sonne ohnehin un-

sichtbar ist, so verschwindet der Ring das ganze Jahr für uns eigentlich gar nicht. Dieß ist also der vortheilhafteste Fall für die Sichtbarkeit des Ringes. Der nachtheiligste aber ist der, wenn im Anfange des Jahres die Erde in g und der Ring in a ist, denn dann begegnen sie sich bald nach dem Anfange des Jahres in der Nähe von h, wo die Erde auf die dunkle Seite des Ringes tritt, auf welcher sie auch das ganze erste halbe Jahr bleibt, bis sie am Ende desselben dem Ringe das zweytemahl in c begegnet, wo sie aber bloß die beleuchtete Kante des Ringes sehen kann, da Saturn in E mit der Sonne in Opposition ist, und die Ebene des Ringes zugleich durch die Sonne und durch die Erde geht. Nach der Opposition geht die Erde im Anfange des zweyten halben Jahres von c nach d, ist also wieder auf der dunklen Seite des Ringes, und bleibt auf derselben, bis sie ihn endlich wieder, aber erst in der Nähe von f begegnet, wo sie dann auf seine helle Seite tritt, so daß die Erde während ihrer Bewegung von h noch c bis f immer auf der dunklen Seite des Ringes, und dieser daher nahe neun Monathe unsichtbar war.

Da die Ebene des kreisförmigen Ringes unter dem Winkel von 30° 20′ gegen die Ekliptik geneigt ist, so erscheint er für die Bewohner der Sonne immer in einer geneigten Lage, oder unter der Gestalt einer Ellipse. Ist Saturn in dem aufsteigenden Knoten des Ringes, also in der heliocentrischen Länge von 168 Graden, so geht die Ebene des Ringes durch die Sonne, die also nur die scharfe Kante desselben bescheint, und ihn daher nur unter der Gestalt einer geraden Linie sieht. Wie Saturn in seiner Bahn von diesem Punkte gegen Ost vortritt, fängt die Sonne an, die nördliche Seite des Ringes immer mehr zu erleuchten, ihre Strahlen fallen immer weniger schief auf, und der Ring scheint sich zu öffnen, die kleine Axe seiner elliptischen Gestalt immer

größer zu werden, bis sie neunzig Grade vom Knoten oder in der Länge von 258° am größten, und nahe gleich der Hälfte der großen Axe ist. Von diesem Punkte wird die Ellipse wieder kleiner, bis sie in der Länge von 348° wieder zu einer geraden Linie wird, weil hier in dem absteigenden Knoten ihre Ebene wieder durch die Sonne geht. Gleich nach diesem Durchgange fängt die Sonne an, die südliche Seite des Ringes zu beleuchten, die kleine Axe der Ellipse wächst, bis sie in 78° der Länge wieder am größten und gleich der Hälfte der großen Axe wird, und von da wieder abnimmt, und in 168° der heliocentrischen Länge wieder zu einer geraden Linie wird. Dasselbe Verfahren wird auch die von der Erde gesehene elliptische Gestalt des Ringes geben, wenn man in dem Vorhergehenden statt der heliocentrischen Länge die geocentrische setzt. Die Gestalten, unter welchen der Ring in allen Punkten seiner Bahn aus der Sonne sowohl, als aus der Erde erscheint, lassen sich auf eine sehr einfache Art durch die Analyse ausdrücken, wie wir bereits in (I. S. 348) gezeigt haben.

Auf der Fläche des Ringes sieht man durch gute Fernröhre einen breiten dunklen, dem Rande concentrischen Streifen, welcher den Ring in zwey Theile absondert; ja einige mit vorzüglich starken Fernröhren versehene Astronomen wollen noch mehrere solche Streifen gesehen haben, woraus folgen würde, daß Saturn von einem ganzen Systeme mehrerer concentrischer Ringe umgeben ist. Die Fig. 5 stellt Saturn mit dem doppelten Ringe bey der mittleren Oeffnung des letzteren dar. Nach Herschels Messungen sind die Dimensionen der verschiedenen Theile:

Halbmesser des Saturns	ab = 1.00
Des inneren Randes des inneren Ringes	ac = 1.66
" äußeren " " " "	ad = 2.11
Des inneren Randes des äußeren Ringes	ae = 2.17
" äußeren " " " "	af = 2.33
also Breite des inneren Ringes	cd = 0.45
Breite des äußeren Ringes	ef = 0.16
Breite des dunklen Zwischenraums	de = 0.06

und Entfernung des inneren Randes des inneren Ringes von der Oberfläche Saturns bc = 0.66.

Multiplicirt man diese Zahlen durch 8630, den Halbmesser Saturns, so erhält man diese Dimensionen in geographischen Meilen. Multiplicirt man sie aber durch 9" den scheinbaren Halbmesser Saturns in seiner mittleren Entfernung von der Erde, so erhält man die Winkel unter welchen diese Größen ab, ac, ad . . uns auf der Erde erscheinen. Wenn man das Verhältniß des Halbmessers berücksichtiget, und dem Grad des Saturnäquators ebenfalls 15 Meilen gibt, die daher nahe neunmahl größer sind, als unsere geographischen Meilen, so beträgt die Entfernung der Oberfläche Saturns bis zum äußeren Rande des äußeren Ringes 1744, und die von der Oberfläche Saturns bis zum inneren Rand des inneren Ringes 568 Saturnmeilen. Die Dicke des Ringes, oder die Breite seiner Kante beträgt 0.013 Halbmesser Saturns oder 112 Meilen, so daß der körperliche Inhalt beyder Ringe 65000 Millionen Cubikmeilen beträgt, und daher den Inhalt den Erde 24, und den des Mondes 1100mahl übertrifft.

Schröter bemerkte, daß man den Ring zu der Zeit, wo bloß seine Kante von der Sonne beschienen wird, meistens nur theilweise sieht, so daß er dann aus mehreren unterbrochenen geraden Linie zu bestehen scheint, die sich abwechselnd trennen und wieder vereinigen. Diese Erscheinung läßt sich

nicht aus dem verschiedenen Zustande unserer Atmosphäre erklären, weil zu derselben Zeit der Schatten des Ringes auf der Kugel des Planeten sich in allen seinen Theilen gleich deutlich zeigte. Die Ursache derselben muß also in einer Atmosphäre des Ringes selbst, und in den darin vorgehenden Veränderungen gesucht werden. Für diese Existenz der Ringatmosphäre spricht auch noch eine Beobachtung Herschels, indem er zu der Zeit, als nur noch ein sehr kleiner Theil der Kugel unter dem vorderen Bogen des Ringes hervorragte, diesen Theil viel spitziger sah, als sonst, da er doch wegen seiner Abplattung stumpfer aussehen sollte. Der Schatten, welchen der Ring auf die Kugel wirft, ist nicht immer von gleicher Farbe: oft ganz schwarz, oft theilweise nur schwach grau, oft ganz unsichtbar.

Wenn die Sonne schon die breite Fläche des Ringes bescheint, und die Erde noch auf der dunklen Seite desselben steht, so zeigt sich demungeachtet auch noch die Schärfe des Ringes beleuchtet, welches ebenfalls bloß eine Wirkung der Ringatmosphäre seyn kann. Der Raum bc zwischen dem Planeten und dem Ringe erscheint nach Schröter immer so tief dunkel, daß dieser Anblick nicht bloß dem Contraste des nahen beleuchteten Ringes zugeschrieben werden kann, und es ist nicht unwahrscheinlich, daß dieser Zwischenraum, durch welchen, wie wir oben bereits erwähnten, noch kein Astronom einen Fixstern erblicken konnte, durch etwas ausgefüllt ist, was mit der Atmosphäre des Planeten und seines Ringes in Verbindung steht.

Der Ring ist besonders zu der Zeit, wo er als eine gerade Linie erscheint, nicht gleichförmig beleuchtet, sondern man unterscheidet auf ihm deutlich mehrere helle und dunkle Stellen, er ist also keine Ebene, sondern eine mit großen Gebirgen bedeckte Fläche. Auch nachher, wenn die Sonne schon die breite Fläche des Ringes beleuchtet, erscheint er

noch unter derselben Gestalt, wegen den langen Schatten, welche die Berge bey Aufgang der Sonne werfen. Je höher aber die Sonne für die Ebene des Ringes steigt, desto kürzer werden diese Schatten, und wenn sie endlich beynahe gänzlich verschwinden, zeigt sich die Kante des Ringes wie eine wellenförmige Linie, genau wie das Profil einer langen Gebirgskette. Besonders merkwürdig ist die in der That erstaunungswürdige Höhe dieser Berge in Beziehung gegen die Dicke des Ringes, auf welchen sie, als auf ihrer Basis stehen. Wir haben gesehen, daß die Berge Merkurs, die verhältnißmäßig die höchsten unter allen Planeten sind, doch kaum den 260sten Theil seines Durchmessers betragen, während die Höhe der Berge des Saturnringes die Dicke dieses Ringes beynahe zweymahl übertrifft, indem sie sich oft bis 200 Meilen über ihre Ebene erheben, ja meistens steht jedem dieser hohen Berge auf der anderen Seite des Ringes ein ähnlicher genau gegenüber, so daß diese Berge gleichsam durch den Ring durchzugehen scheinen, und die Entfernung des obersten Gipfels von dem untersten oft fünf bis sechs hundert Meilen beträgt, und daß endlich das Volum derselben selbst den Merkur an Größe übertrifft. Solche Massen kann man nicht mehr als Berge ansehen, die von der dünnen Fläche des Ringes getragen werden, sondern es sind wahre Weltkörper, Satelliten, die sich durch ihre gegenseitige Adhäsion zusammen geballt, und dadurch das große Gewölbe gebildet, und den Ring geschlossen haben, welcher den Planeten frey umgibt. Vielleicht sind die sieben Satelliten, welche den Saturn umgeben, auch nur Trümmer eines anderen geborstenen Ringes. Während bey der Bildung des gegenwärtigen Ringes mehrere Gebirge in beynahe gleicher Entfernung um den Planeten zu einem festen Gewölbe sich an einander reihten, entzogen sich sieben, wahrscheinlich die höchsten dieser Berge, der allgemeinen Verbindung, um eigene

für sich bestehende Körper, die Satelliten zu bilden; oder endlich ist vielleicht dieser Ring nur eine noch nicht zur völligen Entwicklung gelangte Masse, die nach der Bildung jener Satelliten übrig geblieben ist, und aus welcher sich künftig neue Satelliten entwickeln werden; eine Hypothese, welche durch den Umstand, daß die Bahnen der sechs ersten Satelliten alle in der Ebene des Ringes liegen, unterstützt wird.

Diese Berge werden uns übrigens, so wie bey den anderen Planeten, ein Mittel geben, die Rotation des Ringes zu bestimmen. Allein es ist sonderbar, daß zwey der größten Astronomen unserer Zeit aus ihren Beobachtungen hierüber zwey entgegengesetzte Resultate gezogen haben. Nach Herschel dreht er sich in nahe 10 St. 30 M. um seine Axe, was auch mit der Theorie vollkommen übereinstimmt, weil ein Satellit Saturns in der Entfernung des Ringes, nach dem dritten Gesetze Keplers, in derselben Zeit seinen Umlauf um den Hauptplaneten vollenden würde, und weil sich ohne dieser Rotation das Gleichgewicht des frey schwebenden Ringes nicht erklären läßt (I. S. 342). Nach Schröter aber sollen die ausgezeichnetsten Berge ihre Lage gegen den Mittelpunkt des Planeten gar nicht ändern, und also der Ring ohne Rotation seyn, oder vielmehr wie unser Mond erst während einer Revolution Saturns, also während dreyßig unserer Jahre nur einmahl sich um seine Axe drehen. Die wahrscheinliche Ursache dieser Verschiedenheit ist bereits oben (I. S. 344) erklärt worden.

Wenn man nach den, an staunende Verwunderung gränzenden Aeußerungen derjenigen urtheilen soll, welche durch ein stark vergrößerndes Fernrohr zum ersten Mahle diesen Planeten mit seinen Umgebungen betrachten, so gibt es beynahe keinen, der den Anblick desselben nicht äußerst interessant findet, und sich wenigstens im Stillen hinwün-

schet, um alle die Herrlichkeiten, welche er in seiner Nähe darbiethen mag, in ihrer ganzen Fülle zu genießen. In der That, wer für die Schönheiten des gestirnten Himmels Sinn hat, wen der Anblick des zahllosen Heeres von Gestirnen, die unsern Himmel schmücken, wen das blendende Licht der Königinn des Tages, und der sanfte Schimmer des Mondes, der unsere Nächte so lieblich beleuchtet, schon hier ergötzt und zu erhabenen Betrachtungen bewegt, welche reiche Genüsse dürfte der dort erwarten, wo der gestirnte Himmel nicht minder reich an Schönheiten jeder Art ist, und wo noch überdieß sieben Monde das Dunkel der Nächte erhellen und ein großer Ring, der sich wie ein breites goldenes Band über den ganzen Himmel hinzieht, in immer abwechselnden Stellungen um den staunenden Betrachter schwebt. Welch ein Schauspiel mag es gewähren, nicht einen, sondern tausende von Vollmonden, einen an den anderen gereiht, wie einen feurigen Regenbogen über den Himmel gespannt zu sehen, ein unermeßliches Strahlengewölbe, aus einem einzigen Bogen gesprengt, und von sieben großen Satelliten in stetem magischen Tanze umgeben.

Auch die Satelliten selbst mögen den Bewohnern Saturns manche reitzende Ansicht gewähren. Der erste derselben ist der Oberfläche Saturns dreymahl näher, als uns der Mond, und wenn er auch die Größe unseres Mondes hat, so würde er den Saturniten im Zenithe neunmahl so groß erscheinen, als uns der Vollmond. Die scheinbare Größe seines Durchmessers nimmt vom Zenithe bis zum Horizonte beynahe um ihren dritten Theil ab, und gibt daher ein sehr sicheres Mittel, die Parallaxe und die Entfernungen dieser Monde von Saturn zu bestimmen; auch ist seine Bewegung dreyßigmahl schneller, als die unseres Mondes, und er geht schon in eilf Stunden alle seine Verwandlungen vom Neumonde bis zum Vollmonde durch. Welches Schauspiel mag

ferner dem Bewohner dieses ersten Satelliten der Anblick Saturns gewähren, da sie den Durchmesser desselben unter einem Winkel von 25 Graden, und den des Ringes sogar unter einen Winkel von 55 Graden sehen. Da seine Entfernung von dem Ringe nur fünf bis sechstausend Meilen, also nur den zehnten Theil der Entfernung unseres Mondes beträgt, welche Beobachtungen müßten sich mit unsern Fernröhren in dieser Nähe anstellen lassen. — Alle diese Dinge mögen allerdings sehr reitzend seyn, und den Wunsch, ihnen näher zu kommen, rechtfertigen. Auch hat es nicht an Dichtern gefehlt, die von den Reitzen dieses Anblicks, oder von dem Spiele ihrer eigenen Phantasie hingerissen, diesen Ort als den schönsten und erhabensten unseres Sonnensystemes, als den Aufenthalt seliger Geister geschildert haben, die dort ungestört von allem, was uns hier unten so oft die Freuden des Lebens raubt, ihr Glück in der Anschauung dieser nie verschwindenden, und immer neuen Schönheiten des Himmels suchen und auch finden.

Allein ich besorge sehr, daß wir, wenigstens mit unseren Sinnen und mit unserer ganzen gegenwärtigen Einrichtung, in jenen überglücklichen Gegenden uns sehr unglücklich fühlen, und uns nur zu bald wieder auf diese unsere Erde zurückwünschen würden, die wir dann mit größerem Ernste, als es wohl bisher geschehen seyn mag, die beste aller Welten nennen, und auch hier, wie sonst so oft, ihre Güter erst dann recht schätzen würden, wenn wir sie nicht mehr besitzen.

Da den Bewohnern Saturns die Sonne nur unter einem Durchmesser von 3′ 20″, also nur dreymahl größer, als uns die Venus erscheint, so ist die Beleuchtung, welche Saturn von der Sonne erhält, wie wir bereits oben (S. 127) erwähnt haben, nahe neunzigmahl schwächer, als die der Erde, und der reinste und hellste Tag auf jenem Planeten

wird daher kaum mit der tiefen Dämmerung unserer umwölkten Tage zu vergleichen seyn.

Da überdieß diese trüben Tage nur wenige Stunden dauern, so mag es schon in dieser Beziehung auf diesem Planeten um Leben, Thätigkeit und Freude im animalischen sowohl, als in dem vegetabilischen Reiche, mit unseren Augen wenigstens betrachtet, sehr traurig aussehen, wenn anders Wärme, Vegetation und alle übrigen unzählbaren Wohlthaten der Sonne in gleichem Verhältnisse mit der Quantität ihres Lichtes und ihrer Beleuchtung stehen. Eine 90mahl kleinere Sonne, welche die nächsten Gegenstände nur sparsam erleuchtet, und wahrscheinlich auch nicht freygebiger erwärmt, und die noch dazu so schnell über den Himmel dahin fährt, daß sie in fünf Stunden nach ihrem Aufgange schon wieder untergeht — wer wird da leben und sich des Lebens freuen können, wo er in ewiger Finsterniß tappen und vor immerwährender Kälte beynahe erstarren muß? — Und dieß gilt nur noch von den Gegenden, wo es am besten hergeht, von den Tropenländern, mit welchen die weiter von dem Aequator liegenden Zonen gar nicht zu vergleichen sind. Außer der schnellen Rotation dieses Planeten ist nähmlich auch die Schiefe der Ekliptik, die nach dem Vorhergehenden dreyßig Grade beträgt, so bedeutend, daß aus diesen beyden Ursachen ein viel größerer Unterschied der Tag- und Nachtlängen und der Jahreszeiten folgen muß, als wir auf unserer Erde bemerken. Während der Tag unter dem Aequator Saturns nur den fünften Theil unseres Tages beträgt, dauert für die weiter vom Aequator liegenden Gegenden jede der vier Jahreszeiten 30mahl länger, als bey uns, nähmlich nahe sieben unserer Jahre, so daß während der Zeit des Winters für jede der beyden Hemisphären der größte Theil derselben durch nahe vierzehn Jahre in einer ewigen Nacht begraben liegt, und daß diese kleine Sonne, wenn sie endlich

aufgeht, nur eben hinreichen wird, die unabsehbaren Schneefelder und die ungeheueren Eisgebirge zu beleuchten, aber nicht zu schmelzen, welche sich in dem Laufe eines so langen nächtlichen Winters gebildet haben. *)

Aber der Ring, der große beleuchtete Ring, sollte er nicht Ersatz genug seyn für den Mangel des Sonnenlichtes und aller übrigen Reitze des gestirnten Himmels? — So scheint es auf den ersten Blick, aber eine nähere Betrachtung desselben wird uns zeigen, daß der Ring, weit entfernt, diesen Mangel zu ersetzen, ihn nur noch vermehrt, und daß er, den wir so sehr bewundern, von den Bewohnern des Saturns vielleicht verwünscht wird, weil er ihnen das wenige Licht, welches ihnen die Sonne noch aus ihrer großen Entfernung zuschickt, beynahe gänzlich raubt. Da er über den Aequator des Planeten schwebt, so kann er von den Bewohnern der Tropenländer nie gesehen werden, weil er diesen immer nur seine innere, von der Sonne nie beleuchtete Kante zuwendet. Die Entfernung dieser inneren 113 Meilen breiten Kante von dem nächsten Punkte der Oberfläche Saturns ist nach dem Vorhergehenden 5690 Meilen, also ist dort der Ring nicht nur selbst unsichtbar, sondern er bedeckt in diesen Gegenden noch eine Zone des Himmels, die mehr als doppelt so breit ist, als uns die Sonne erscheint, so wie er ihnen zugleich den Anblick der sich in der Ebene des Ringes bewegenden Satelliten gänzlich raubt. Man könnte einwenden, daß die Bewohner des Aequators, wenn sie den Ring nicht sehen, ihn auch am wenigsten zu sehen brauchen, da sie ohnehin von der Sonne am meisten begünstiget werden. Allein die Bewohner der beyden Polargegenden, die in ihren

---

*) Daher hat auch Herschel den von der Sonne abgewendeten Pol Saturns, der eben Winter hat, immer heller und weißer gesehen, als den andern durch vierzehn Jahre unabläßig beleuchteten Pol.

vierzehnjährigen Nächten das Licht dieses Ringes wohl nöthig haben, können ihn eben so wenig sehen, weil er dem Hauptplaneten zu nahe ist, und daher für jene Polbewohner immer unter ihrem Horizonte ist. Um beyde Pole des Planeten gibt es bis zur Entfernung von 24 Graden eine Zone, für welche der Ring so gut als gar nicht existirt, und erst diejenigen, welche schon 35 Grade von den Polen entfernt sind, können ihn in seiner ganzen Breite sehen, aber auch nur wenig Nutzen von ihm ziehen, da er ihnen immer nur in der Nähe ihres Horizontes erscheint. Für die, welche noch näher bey dem Aequator wohnen, erhebt sich zwar der Ring immer mehr über den Horizont, wird aber auch zugleich immer schmäler, bis er endlich den Bewohnern des Aequators selbst, wie wir oben gesehen haben, nur mehr seine scharfe Kante zu wendet, und wieder beynahe völlig unsichtbar wird. Ueberhaupt zeigt er sich auf dem Saturn nie breiter, als unter einem Winkel von dreyzehn Graden, oder 24mahl größer als uns der Sonnendurchmesser erscheint, und diese größte Breite hat er da, wo sich nur ein ganz kleiner Theil über den Horizont erhebt.

Wenn aber die bloße Sichtbarkeit des Ringes für die Bewohner Saturns schon in so engen Gränzen eingeschlossen ist, so sieht es dafür mit der Beleuchtung desselben noch viel schlimmer aus. Wenn die Sonne alle fünfzehn Jahre einmahl durch den Aequator geht, und der Frühling oder der Herbst auf dem Saturn anfängt, so beleuchtet die Sonne nur die äußere Kante des Ringes, und dieser wirft daher sein Licht nur noch außen zurück, ist also zu dieser Zeit für die ganze Kugel des Planeten nur ein dunkler Körper. Da ferner nur immer eine der beyden breiten Seiten des Ringes von der Sonne beschienen werden kann, so ist er auch nur für Saturn auf der Seite

des Aequators beleuchtet, auf welcher zugleich die Sonne steht, d. h. auf der Seite, die ohnehin eben Sommer hat, und daher diese Beleuchtung des Ringes am wenigsten bedarf, während die Winterhemisphäre, die sie nöthiger hätte, sich vergebens darnach sehnt. Ja selbst diese Beleuchtung der Sommerhemisphäre hat nur bey Tage statt, wo man sie noch weniger braucht, weil in der darauffolgenden Nacht der vorhin beleuchtete Theil des Ringes in den Schatten tritt, welchen die Nachtseite Saturns hinter sich wirft. Er nützt daher durch seine Beleuchtung denen, welchen er leuchtet, nur wenig oder nichts, während er der ganzen anderen Halbkugel, die ihn am nöthigsten hätte, nicht nur gar kein Licht zuschickt, sondern ihnen noch eine große Anzahl von Sternen, und selbst die Sonne bedeckt, so daß dort ganze Zonen Jahre lang dauernde totale Sonnenfinsternisse haben. Nicht glücklicher mögen endlich auch die Bewohner des Ringes selbst seyn, wenn es deren gibt, wenn auch nur aus der Ursache, weil sie, nach Schröter, fünfzehn Jahre Tag, und eben so lange Nacht haben. — Da sonach die Bestimmung des Ringes, die wir anfangs voraussetzen, oder die Beleuchtung des von der Sonne so weit entfernten Saturns nicht erreicht wird, so mag er wohl einen anderen Zweck haben, der uns aber bisher unbekannt ist, und wahrscheinlich bleiben wird. Wir wollen uns daher auch damit begnügen, daß wir weiter keine Ursache mehr haben, die Bewohner dieses Planeten, welche uns früher so glücklich schienen, zu beneiden, oder uns an ihre Stelle zu wünschen. Diese fünfzehnjährigen Winter und die eben so langen Nächte; diese ganze Jahre dauernden totalen Finsternisse; diese traurige neunzigmahl kleinere Sonne, und die Folge aller dieser Einrichtungen, die allgemeine Erstarrung, die tiefe Finsterniß, die himmelhohen Eisgebirge, und die unabsehbaren Schneewüsten, welche den größten Theil Saturns zu einen für Wesen unserer Art ganz unbe-

wohnbaren Aufenthalt, zu einem weiten Grabe machen müssen, alle diese Dinge werden uns für die Nichterfüllung unserer früheren Wünsche zu trösten, und uns mit dieser unserer Erde wohl wieder auszusöhnen im Stande seyn.

Zehntes Capitel.

Uranus mit seinen Satelliten.

In einer Entfernung, welche die mittlere Distanz der Erde von der Sonne über neunzehnmahl übertrifft, bewegt sich der äußerste aller uns bekannten Planeten, Uranus, den Herschel am 13. März 1781 im Fuße des Wassermannes mit einem siebenfüßigen Teloscope entdeckte. Die Wichtigkeit seiner Entdeckung nicht ahnend, hielt er ihn für einen Cometen; aber seine kugelförmige, nebellose Gestalt, und seine langsame, nahe kreisförmige Bewegung überzeugte ihn bald, daß er zu den Planeten gehöre. Schon beynahe ein Jahrhundert früher, im Jahre 1690 den 13. December alten Styles, hatte ihn Flammstead in Greenwich, und den 25. September 1756 T. Mayer in Göttingen, so wie später auch Bradley und Le Monnier beobachtet, aber alle hielten ihn, da sie seine Bewegung nicht bemerkten, für einen Fixstern, und verloren dadurch den Ruhm der ersten Entdeckung. Doch sind uns diese entfernten Beobachtungen sehr nützlich geworden, um die Elemente der Bahn des Planeten bald nach der eigentlichen Entdeckung Herschels beynahe mit derselben Genauigkeit festzusetzen, mit welcher die anderen schon den Alten bekannten Planeten bestimmt worden sind.

Seine mittlere Entfernung von der Sonne beträgt 386 Millionen Meilen, also beynahe das Doppelte Saturns, oder das Vierfache Jupiters. Wegen der Excen=

tricität seiner Bahn kann sich diese seine Entfernung bis 368 und 404 Millionen Meilen ändern; seine größte und kleinste Entfernung von der Erde aber ist 348 und 384 Millionen Meilen. Sein Durchmesser beträgt 7500 Meilen, und erscheint daher von der Sonne und der Erde gesehen, unter dem Winkel von 3″.5 und 4″.3, während ihm der Durchmesser der Sonne nur unter dem Winkel von 100 Secunden, also 19mahl kleiner, und ihre Oberfläche $(19)^2 = 361$ mahl kleiner, als uns erscheint, so daß also auch die Beleuchtung des Uranus von der Sonne 361mahl schwächer ist, als die der Erde.

Uranus legt seine Bahn um die Sonne, deren Länge über 2425 Millionen Meilen beträgt, in 30688 Tagen, oder beynahe in 84 Jahren zurück, so daß er jetzt seit seiner Entdeckung durch Herschel erst die Hälfte dieses Weges vollendet hat. Die Ebene dieser Bahn fällt fast mit der Ebene der Erdbahn zusammen, da beyde nur den kleinen Winkel von 46 Minuten bilden. Durch die Störungen der zwey nächsten Planeten, Saturns und Jupiters, dreht sich die Ebene seiner Bahn in einem Jahrhunderte um einen Grad auf der Ekliptik rückwärts, und biegt sich in derselben Zeit von der Ebene der Erdbahn drey Secunden weg; die Ellipse selbst aber, welche Uranus in der Ebene seiner Bahn beschreibt, oder die große Axe der Ellipse bewegt sich in einem Jahrhundert um 239 Secunden vorwärts, während die Excentricität, die 0.0467 der halben großen Axe beträgt, nur ganz unmerklich abnimmt.

Seine Masse beträgt 17mahl mehr, als die Masse der Erde, und ist viermahl weniger dicht, als diese, also nahe gleich der Dichte unsers Wassers, daher auch der Fall der schweren Körper auf seiner Oberfläche in der ersten Secunde 14 Fuß, also nur einen Fuß weniger, als auf der Oberfläche der Erde beträgt.

In der großen Entfernung, aus welcher er nur wie ein Stern der sechsten Größe herüberschimmert, war es selbst mit dem 40füßigen Teloscope Herschels unmöglich, sich von der Existenz constanter Flecken auf seiner Oberfläche zu überzeugen, und dadurch seine Rotation zu bestimmen, die aber doch sehr schnell vor sich gehen muß, da man eine beträchtliche Abplattung an seinen Polen entdeckt hat. Seiner geringen scheinbaren Größe ungeachtet, da er uns an Oberfläche 140mahl kleiner als Jupiter erscheint, glänzt er doch noch in einem beträchtlich lebhaften Lichte. Herschel glaubte auch einmahl Spuren von einem Ringe an diesem Planeten zu erkennen; zuweilen schien es ihm sogar, als wäre er von zwey sich unter rechten Winkeln schneidenden Ringen umgeben, aber später sah er auch mit seinen besten Fernröhren wieder nichts von diesen Erscheinungen, und wurde so geneigt, seine frühere Wahrnehmung als eine optische Täuschung zurückzunehmen.

Den 11. Januar 1787 entdeckte Herschel mit seinem zwanzigfüßigen Telescope zwey Monde um diesen Planeten; den 18. Februar 1790 wieder zwey, und endlich im Jahre 1794 den 28. Februar den fünften, und den 26. März den sechsten und letzten der uns bisher bekannten Satelliten des Uranus. Sie erschienen ihm sämmtlich als die feinsten und schwächsten Lichtpunkte, welche er jemahls am Himmel gesehen hatte, und doch müssen sie aller Wahrscheinlichkeit nach sehr groß seyn, weil sie in einer so beträchtlichen Entfernung doch noch sichtbar sind. Denn unser Mond würde dort nur unter dem Durchmesser von dem vierten Theile einer Secunde erscheinen, und da sein Licht durch diese Entfernung 361mahl schwächer seyn würde, so würde man ihn auch durch unsere besten Fernröhre nicht mehr erkennen. Auch wollte Herschel noch zwey andere, und selbst einen dritten Mond zuweilen gesehen haben, aber er wagte es nicht, sich über die Existenz

derselben bestimmt auszusprechen. Die Entfernungen jener sechs Satelliten von dem Mittelpunkte ihres Hauptplaneten und ihre siderischen Umlaufszeiten sind nach Herschel:

	Entfernung.				Zeit der Revolution.	
I.	13.12	Uranus	Halbmesser		5.893	Tagen.
II.	17.02	—	—	—	8.707	—
III.	19.84	—	—	—	10.961	—
IV.	22.75	—	—	—	13.456	—
V.	45.51	—	—	—	38.075	—
VI.	91.01	—	—	—	107.694	—

Vergleicht man diese Tafel mit den oben gegebenen Entfernungen der Satelliten Saturns und Jupiters, so wird es, wenn hier nach der Analogie zu schließen erlaubt ist, wahrscheinlich, daß es inner der Bahn des ersten bekannten oder nächsten Satelliten des Uranus noch mehrere andere uns unbekannte gebe. Die Entfernungen der zwey ersten Satelliten Jupiters betragen 8 und 9, und die der fünf ersten des Saturns 3, 4, 5, 6 und 8 Halbmesser ihrer Hauptplaneten, während die des ersten Uranus-Mondes schon 13, also verhältnißmäßig mehr als den Raum beträgt, in welchen sich bey Jupiter zwey, und bey Saturn sogar fünf Monde bewegen. Aber diese dem Uranus noch nähere Satelliten werden uns vielleicht immer unbekannt bleiben, da es sehr schwer seyn muß, so schwache Lichtpunkte in den Strahlen des blendenden Lichtes des so nahen Hauptplaneten zu erkennen. Auch von diesen sechs verschwindet selbst in den stärksten Telescopen der erste schon in einem Abstande von 18″, der zweyte in 20″ von dem Planeten, wegen des zu schwachen Lichtes dieser Satelliten, oder vielleicht wegen einer zu dichten Atmosphäre des Uranus.

Das Merkwürdigste, was uns die Fernröhre von diesen Satelliten kennen gelehrt haben, ist die Neigung ihrer Bahnen; sie liegen alle in einer Ebene, die auf der Ebene der

Uranusbahn nahe senkrecht steht. Während die Revolutionen aller Körper unseres Sonnensystemes nach einer gemeinschaftlichen Richtung von West nach Ost oder vorwärts vor sich gehen, bewegen sich die Monde des Uranus weder vor noch rückwärts, weder nach Ost noch nach West, sondern von Nord nach Süd. Wenn die Ebene dieser Bahnen mit jener des Uranusäquators zusammenfällt, wie es nach der Analogie mit den beyden anderen ihm nächsten Planeten, und nach der Richtung der beobachteten Abplattung des Uranus sehr wahrscheinlich ist, so ist also auch die Neigung des Aequators dieses Planeten gegen seine Bahn, oder seine Schiefe der Ekliptik ein rechter Winkel. Diese abnorme Einrichtung auf dem entferntesten unserer Planeten muß allen Unterschied der Klimate der verschiedenen Zonen desselben gänzlich aufheben, und dafür den Unterschied der Jahreszeiten zu dem größtmöglichen machen. Nach ihr muß jeder Punkt der Oberfläche dieses Planeten, auch die beyden Pole, im Laufe ihres langen Jahres die Sonne wenigstens einmahl im Zenithe haben, während bey uns die beyden Erdpole, selbst in der Mitte ihres Sommers, wo ihnen die Sonne am höchsten steht, von ihren Strahlen nur unter dem sehr schiefen Winkel von 23° 28′ gegen ihren Horizont getroffen werden. Wenn die Sonne im Anfange des Frühlings oder des Herbstes im Aequator steht, so sehen sie die Bewohner des Aequators im Zenith, und die der beyden Pole im Horizonte, und sie theilt, wie bey uns, Tag und Nacht in zwey gleiche Theile. Aber bald nach dieser Epoche werden die nur wenig von dem Aequator entfernten Zonen schon sehr lange Tage oder Nächte haben, nachdem die Sonne auf ihre, oder auf die ihnen entgegengesetzte Seite des Aequators tritt, und diese Länge des Tages oder der Nacht beträgt für die, welche die nächsten Gegenden um die Pole bewohnen, volle zweyundvierzig unserer Jahre,

und im Anfange des Sommers oder des Winters sieht der eine der Pole die Sonne im Zenith, der Aequator aber in seinem Horizonte. Ein Auge nahe an dem Pole des Uranus zur Zeit seines Sommers, würde die Sonne lange beynahe unbeweglich im Zenithe stehen, und darauf nahe eines unserer Jahre sie nur einen sehr kleinen Kreis um sein Zenith beschreiben sehen, während ein Auge im Aequator die Sonne zweymahl in 84 Jahren senkrecht über sich erblicken, und ihre Strahlen 42 Jahre lang unter dem großen Winkel von 90° bis 45° empfangen, aber dann auch, während des Sommers der beyden Pole, die Sonne zweymahl von 45° bis zu ihrem Horizonte herabsinken sehen würde.

Eine solche Einrichtung muß auf die Bewohner dieses Planeten ohne Zweifel Einflüsse äußern, welche sie zu ganz verschiedenen Wesen von uns machen werden. Eine Entfernung von der Sonne, dieser Quelle des Lichtes, der Wärme und des Lebens, von 386 Millionen Meilen, welche eine Kanonenkugel, wenn sie auch in jeder Secunde sich durch 1500 Fuß bewegt, erst in 186.3 Jahren, welche selbst das Licht mit seiner erstaunungswürdigen Geschwindigkeit erst in $2\frac{1}{2}$ Stunde zurücklegt; eine Sonne, die nur mehr unter der Größe, wie uns die Venus erscheint; eine Beleuchtung dieser Sonne, die, wenn sie am größten ist, noch 360mahl schwächer als die unseres Tageslichtes ist, und eine Länge der Tage so wie der Nächte von 42 unserer Jahre, — welcher Art mögen die Geschöpfe seyn, die unter solchen Verhältnissen noch leben und vielleicht nicht minder als wir sich ihres Lebens sogar freuen können. Welche Mittel mögen sie haben, sich vor der Länge ihrer ewigen Nächte, vor der entsetzlichen Kälte, und vor allen den zahllosen Ungemächlichkeiten zu schützen, unter denen unsere Organisation wahrscheinlich gleich in dem ersten Augenblicke erliegen würde. Vielleicht ist ihre Existenz, wie die vieler unserer Thiere und Pflanzen auf die Dauer eines

Sommers beschränkt, oder vielleicht ziehen sie in immerwährenden Völkerwanderungen nomadisch ihrem Sommer nach, und verlassen die Hälfte ihrer Erde, noch ehe sie im bevorstehenden Winter mit meilenhohen Eise bedeckt wird. Unter dem einen Pole geboren, bringen sie den größten Theil ihres Lebens mit Wanderungen hin, um unter dem anderen Pole begraben zu werden, und ihre ganze Bildung ist vielleicht auf die Kenntniß der Wege und Spuren beschränkt, welche die Züge der vorhergehenden Generation auf der Oberfläche ihres Wohnortes zurückgelassen haben, wenn nicht auch diese durch die Strenge ihres Winters unkenntlich gemacht werden. Die zurückkehrenden Pilger, welche die Strenge des Climas und die Beschwerde der Reise überstanden haben, erkennen vielleicht nicht mehr die Hütten ihrer Väter; alle Denkmähler der Industrie und alle Monumente der Vorzeit sind verschwunden oder unkenntlich geworden; das arme Geschlecht, nicht im Stande, die Erfahrungen ihrer Vorgänger zu benützen, muß seine Arbeiten immer wieder von dem ersten Anfange beginnen; Cultur, Künste und Wissenschaften, die Gemächlichkeit des Lebens voraussetzen, sind ihnen gänzlich unbekannt, da sie nur mit den Sorgen für ihre Erhaltung beschäftiget sind, und selbst ihre Völkergeschichte, wenn sie eine haben, ist nur ein Aggregat von unzusammenhängenden Fragmenten, da die Thaten des Vaters und des Enkels in der einen Hemisphäre glänzen, während der Sohn und der Urenkel in der anderen Halbkugel als ein Wohlthäter oder als eine Geisel des immer jungen und ewig alten Menschengeschlechtes sich berühmt zu machen sucht.

Am Schlusse dieses Gegenstandes wird hier der Ort seyn, die Elemente der Planetenbahnen zusammen zu stellen, dadurch alles Vorhergehende gleichsam mit einem Blicke übersehen zu können.

Tafel I.

	Halbe größe Axe der Bahnen, die der Erdbahn = 1	Siderische Revolution in mittl. Tagen	Tropische Revolution in mittl. Tagen	Epoche oder mittlere Länge für 1810 den 1. Januar mittl. Mittag Paris.		
☿	0.38710	87.96926	87.96844	293°	32′	19″
♀	0.72333	224.70082	224.69548	236°	16′	15″
♁	1.00000	365.25638	365.42206	99	29	2
♂	1.52369	686.97962	686.92967	346	28	35
⚶	2.36320	1327.59829	1327.40222	105	44	54
⚵	2.67037	1593.84174	1593.57362	95	21	12
⚳	2.76724	1681.40091	1681.10174	61	12	32
⚴	2.76826	1682.54509	1682.24559	49	9	23
♃	5.20116	4332.59631	4330.61049	25	24	2
♄	9.53781	10758.96984	10746.73238	245	25	19
♅	19.18318	30688.71269	30589.35729	216	27	59

Tafel II.

	Länge des Perihels 1810.00			Säculäre siderische Aenderung des Perihels	Länge des aufsteigenden Knotens 1810.00			Säculäre siderische Aenderung des Knotens	Neigung gegen die Ekliptik			Säculäre Aenderung der Neigung
☿	74°	30′	14″	584″	46°	4′	1″	— 782″	7°	0′	0″	18″
♀	128	44	18	— 267	74	57	18	— 1870	3	23	28	— 4
♁	99	39	22	1180	—		—	— —	—		—	—
♂	332	33	49	1582	48	3	48	— 2328	1	51	5	— 0″.1
⚶	250	19	0	—	103	10	12	— —	7	7	52	—
⚵	53	16	0	—	171	9	50	— —	13	4	27	—
⚳	146	44	0	—	80	56	55	— —	10	37	30	—
⚴	121	22	0	—	172	33	54	— —	34	37	28	—
♃	11	17	48	664	98	30	4	— 1578	1	18	51	— 23
♄	89	15	11	1937	112	1	55	— 2266	2	29	38	— 15
♅	167	29	37	239	73	53	35	— 3598	0	46	26	+ 3

Tafel III.

	Excentricität in Theilen der halben großen Axe.	Säculäre Aenderung.	Masse, die der Sonne = 1.	Scheinbarer Durchmesser in ihrer mittleren Entfernung von der Sonne gesehen.
☿	0.20562	+0.000004	1:2025800	15″5
♀	0.00686	—0.000063	1: 356632	23.1
♁	0.01679	—0.000042	1: 337086	17.1
♂	0.09322	+0.000090	1:2546320	6.5
⚶	0.18382	—	—	0.2
⚵	0.25436	—	—	1.1
⚳	0.07850	—	—	1.3
⚴	0.24478	—	—	1.6
♃	0.04818	+0.000159	1: 1067	38.2
♄	0.05617	—0.000312	1: 3534	17.1
♅	0.04667	—0.000025	1: 19500	3.9

Bey den säculären Aenderungen der Perihelien und der Knoten bezeichnet — eine Bewegung gen West oder eine rückgängige Bewegung, bey der Neigung und der Excentricität aber eine Abnahme dieser beyden Größen. Aus den hier angegebenen siderischen Bewegungen der Perihelien und Knoten erhält man die tropischen, wenn man dazu 1° 23′ 30″, nähmlich die Präcession (50″.1 in 365¼ Tagen) für 100 Julianische Jahre addirt. Aus dem Vorhergehenden sind folgende Größen abgeleitet.

Tafel IV.

Entfernungen von der Sonne in geographischen Meilen, die Meile = 3806.9 Toisen.

	Kleinste.	Mittlere.	Größte.	Excentricität der Bahnen in Meilen.
☿	7·412600	8.082100	9·751700	669500
♀	14·998600	15·102300	15·205900	103700
♁	20·528100	20·878700	21·229400	350600
♂	28·847300	31·812800	34.778300	2·965500
⚶	44·932700	49·319000	53·705400	4·386300
⚵	41·572200	55·754000	69·935800	14·181800
⚳	53·235200	57·776600	62·318000	4·541400
⚴	43·652200	57·797800	71·943400	14·145600
♃	103·361900	108.593700	113·825600	5·231800
♄	187·952400	199·137600	210.322822	11·185200
♅	381·828300	400·521000	419·212900	18·692700

Diese Tafel setzt die Horizontalparallaxe der Sonne am Aequator gleich 8''.551 und den Durchmesser der Erde 1719 geogr. Meilen voraus, und die Zahlen derselben werden aus der ersten senkrechten Columne der Tafel I. und III. abgeleitet, wodurch die mittlere Entfernung der Erde von der Sonne

$$\frac{1719}{2 \text{ Sin } 8''.551} = 20·878700 \text{ Meilen gefunden wird.}$$

Tafel V.

Entfernungen von der Sonne in Sonnenhalbmessern.

	Kleinste.	Mittlere.	Größte.	Excentricität der Bahne.
☿	66.47	83.68	100.88	17.20
♀	155.28	156.36	157.43	1.07
♁	212.54	216.17	219.80	3.63
♂	298.67	329.37	360.07	30.70
⚶	465.22	510.63	556.04	45.41
⚵	430.42	577.25	724.08	146.83
⚳	645.22	598.20	645.22	47.02
⚴	451.97	598.42	744.87	146.45
♃	1070.13	1124.30	1178.47	54.17
♄	1948.63	2061.80	2174.97	113.17
♅	3953.27	4146.80	4340.35	193.53

Diese Tafel setzt den scheinbaren Durchmesser der Sonne in der mittleren Entfernung gleich 1992″ also den wahren Durchmesser derselben gleich 96584 Meilen voraus.

Tafel. VI.

Entfernungen von der Erde in Millionen geographischen Meilen.

	In der obern ☌			In der ☍ oder untern ☌		
	Größte	Mittlere.	Kleinste.	Größte	Mittlere	Kleinste
☿	30	28	26	14	12	10
♀	35	34 7/10	34 1/4	6	5 6/10	5 1/8
♂	54	51	47	14	10	7
⚶	72	67	63	32	27	23
⚵	88	74	60	48	34	19
⚳	81	76	71	40	36	31
⚴	90	76	62	50	36	21
♃	130	125	120	90	85	79
♄	223	212	201	183	172	161
♅	424	406	388	385	366	348

Tafel VII.

Durchmesser der Planeten

	Scheinbarer, in der mittl. Entfernung der Sonne von der Erde.	Wahrer in geographischen Meilen	Scheinbarer Durchmesser der Sonne auf den Planeten in ihrer mittleren Entfernung	Wahrer Durchmesser, der der Sonne = 1	Wahrer Durchmesser, der der Erde = 1	Scheinbarer Durchmesser von der Erde gesehen	
						kleinster	größter
☿	6″.0	600	4967″	1 : 318	0.34	4″.0	11″.6
♀	16.7	1678	2658	1 : 116	0.95	9.6	65.6
♁	17.102	1719	1922	1 : 112	1.00	17.1	17.7
♂	9.9	1000	1280	1 : 200	0.56	3.7	27.2
□	0.6	59	815	1 : 3290	0.03	0.2	0.5
⚵	3.1	308	721	1 : 630	0.18	0.7	3.3
⚳	3.5	350	695	1 : 550	0.20	0.9	2.3
⚴	4.5	452	694	1 : 427	0.26	1.0	4.2
♃	198.7	19980	370	1 : 10	11.00	29.9	49.2
♄	163.1	16290	202	1 : 11	9.76	15.5	21.5
⛢	74.5	7488	100	1 : 25	4.23	3.5	4.3

Die zweyte Columne dieser Tafel folgt aus der ersten, wenn man 17.102 Secunden gleich 1719 Meilen setzt.
Der Durchmesser der Sonne ist $109\frac{1}{4}$ Durchmesser der Erde

Tafel VIII.

Oberflächen der Planeten

	In geographischen Quadratmeilen	Die Oberfläche der Erde = 1	Die Oberfläche der Sonne = 1
☿	1072900	0.12	1 : 102700
♀	8·376200	0.90	1 : 13600
♁	9·281100	1.00	1 : 12640
♂	2·910600	0.32	1 : 37360
⚶	10700	0.001	1 : 10837000
⚵	287500	0.03	1 : 395600
⚳	371200	0.04	1 : 305000
⚴	608200	0.07	1 : 183000
♃	1124·241300	121.12	1 : 94
♄	883·373000	95.17	1 : 139
♅	166·066000	17.92	1 : 666

Tafel IX.

Körperlicher Inhalt der Planeten

	In Cubikmeilen	Den Inhalt der Erde = 1	Den Inhalt der Sonne = 1
☿	104500000	0.04	1 : 32916000
♀	2280000000	0.85	1 : 1584000
♁	2660000000	1.00	1 : 1421300
♂	467000000	0.18	1 : 7220300
⚶	104500	0.00004	1 : 35670000000
⚵	14500000	0.005	1 : 248900000
⚳	212500000	0.008	1 : 168500000
⚴	44600000	0.017	1 : 73870000
♃	3500000000000	1333.1	1 : 905
♄	2500000000000	928.5	1 : 1639
♅	201230000000	75.85	1 : 17190

Tafel X.

Geschwindigkeiten.

	Mittlere Geschwindigkeit in einer Secunde, in Meilen.	Mittlere Geschwindigkeit in einer Secunde, in Paris. Fuß.	Fall gegen die Sonne in der Bahn, in einer Secunde.
☿	6.67	152448	8.46 Pariser Linien
♀	4.88	111525	2.42
♁	4.66	94850	1.27
♂	3.36	76840	0.55
⚶	2.7	61700	0.23
⚵	2.6	58040	0.18
⚳	2.5	57020	0.17
⚴	2.5	57000	0.16
♃	1.74	41590	0.047
♄	1.34	30710	0.014
♅	1.00	21650	0.003

Tafel XI.

Rotationen.

	Dauer der Rotation in Secunden. Sternzeit	Geschwindigkeit jedes Punktes des Aequators in einer Secunde.	Verhältniß der rotirenden Bewegung zu der fortrückenden.
☿	86450″	504 Pariser Fuß	1:302
♀	84060	1430	1:78
♁	86400	1422	1:67
♂	88800	798	1:96
♃	35717	39070	1:1.06
♄	36960	33500	1:0.91
♅	25507	21650	1:1

Tafel XII.

Massen, Dichtigkeiten.

	Massen die der Erde = 1	Dichte die der Erde = 1	Dichte die d. Wassers = 1	Fall der Körper auf der Oberfläche der Planeten in einer Secunde.
☿	0.1664	3.61	17.72	14.07 Pariser Fuß.
♀	0.9452	1.07	5.23	15.87
♁	1.0000	1.00	4.87	15.11
♂	0.1324	0.69	3.34	6.33
♄	315.8930	0.22	1.08	38.78
♃	95.3820	0.10	0.47	15.15
⛢	17.2830	0.20	0.99	14.57

Tafel XIII.

Lage der Bahnen gegen den Sonnenäquator.

	Aufsteigender Knoten der Bahnen auf dem Sonnenäquator.	Neigung gegen den Sonnenäquator.
☿	316°51′	2°54′
♀	242 45	4 9
♁	248 0	7 30
♂	254 21	5 50
□	180 33	4 28
⚵	197 3	16 28
⚳	208 43	3 43
⚴	182 19	37 8
♃	242 5	6 24
♄	231 12	5 57
⛢	247 27	6 44

Der Mond.

Siderische Revolution	27 T.	7h	43′	11″51
Tropische =	27	7	43	4.68
Synodische =	29	12	44	2.82

Mittl. Mitternacht Paris.

Epoche der mittleren Länge 1801 den 1. Januar	111°36′43″
des Perigäums	266°6′46″
des Knotens	13°54′21″
Siderische Umlaufszeit der Knoten	6793 T. 6h 51′ 39″
Tropische = = =	6798 4 14 56
Siderische Umlaufszeit der Apsiden	3232 13 37 15
Tropische = = =	3231 11 4 7

Mittlere Neigung der Bahn gegen die Ekliptik 5° 8′47″
Mittlere Horizontalparallaxe am Aequator 0°57′ 1″
Mittlere Entfernung vom Mittelpunkte der Erde 60.2965 Halbmesser des Erdäquators.

Scheinbarer mittlerer Halbmesser des Mondes
von der Erde gesehen 0°15′34″
von der Sonne gesehen 4″64

Excentricität der Bahn in Theilen der halben großen Axe 0.005504
in Meilen 4118

Wahrer Halbmesser 233 Meilen.

Verhältniß des Mondes zur Erde	im Durchmesser	1: 3.688
	in Oberfläche	1:13.6
	in körperl. Inhalt	1:50.15
	in Masse	1:69
	in Dichte	1:1.47

Fall der Körper in einer Secunde auf der Oberfläche des Mondes 2.8 Pariser Fuß.

Satelliten Jupiters.

	Siderische Revolution.	Mittlere Entfernung vom Mittelpunkte ♃	Mittlere Entfernung von ♃	Länge des ☊ 1760.00	Neigung gen die Bahn ♃
		Halbmesser des Jupiters.	Meilen.		
I.	1.76914	5.8130	56500	314°30′	3°5′
II.	3.55118	9.2487	89940	313 45	3 4
III.	7.15455	14.7524	143460	314 24	2 0
IV.	16.63877	25.9469	252300	316 39	2 41

	Bewegung in einer Secunde in der Bahn	Fall gen Jupiter in einer Secunde	Scheinbarer Durchmesser		Wahrer Durchmesser.
			auf Jupiter	auf der Erde	
	Meilen	Pariser Linien			Meilen
I.	8800	1621	33′16″	1.″4	560
II.	7000	640	17 13	1.1	460
III.	5500	252	18 59	2.0	810
IV.	4200	81	7 32	1.4	566

	Masse	Dichtigkeiten			Fall der Körper auf der Oberfläche in einer Secunde.
	die des Jupiters = 1	die des ♃ = 1	die der Erde = 1	die des Wassers = 1	
I.	1:57700	0.69	0.16	0.77	0.78 Pariser Fuß
II.	1:43040	1.72	0.40	1.94	1.59
III.	1:11300	1.22	0.28	1.38	1.98
IV.	1:23400	1.68	0.39	1.89	1.91

Satelliten des Saturnus.

	Siderische Revolution	Halbe große Axe der Bahn		Geschwin. in der Bahn in 1 Secunde	Durchmesser
		Halbm. des Saturn-Aequator	Meilen	Par. Fuß	
I	0T.94271	3.351	27290	60830	—
II	1.37024	4.300	35020	41340	—
III	1.88780	5.284	43040	37150	104 Meil.
IV	2.73948	6.819	55550	32820	104
V	4.51749	9.524	77570	27780	256
VI	15.94530	22.081	179840	18240	680
VII	79.32960	64.359	524212	10680	388

Satelliten des Uranus

	Siderische Revolution	Halbe große Axen der Bahn		Geschwindigkeit in der Bahn in 1 Secunde
		Halbmesser des Uranus	Meilen	
I	5T.8926	13.12	49120	15000
II	8.7068	17.02	63720	12160
III	10.9611	19.84	74280	11250
IV	13.4559	22.75	85180	10500
V	38.0750	45.51	160390	7440
VI	107.6944	91.01	340740	5260

Eilftes Capitel.

Cometen.

Nebst den eilf Planeten und ihren achtzehn Monden, die wir bisher betrachtet haben, gibt es noch eine sehr große Anzahl anderer Körper, die ebenfalls zu unserem Sonnensysteme gehören, die gewöhnlich nur eine kurze Zeit in unserer Nähe sichtbar sind, und sich dann oft Jahrhunderte lang in den fernsten Räumen des Himmels verlieren, und die wegen ihrer sonderbaren, gleichsam mit Haaren umgebenen Gestalt unter dem Nahmen der Cometen (Coma, Haupthaar) bekannt sind.

Um zuerst die Anzahl derselben einiger Maßen zu übersehen, wollen wir bemerken, daß uns die Geschichte, so weit sie zurückreicht, das Andenken von nahe vierhundert Cometen aufbewahrt hat, von welchen aber nur hundert und zwanzig genauer beobachtet und berechnet worden sind. In dem siebenzehnten Jahrhunderte wurden zehn, im achtzehnten fünf und sechszig, und endlich in den letzten vier und zwanzig Jahren des gegenwärtigen Jahrhunderts sechs und zwanzig neue Cometen entdeckt. Diese Zunahme in den neueren Zeiten liegt offenbar nicht in der Natur, die uns zu Liebe ihre seit Jahrtausenden befolgte Ordnung nicht zu stören gewohnt ist, sondern sie hat ihren Grund in uns selbst, in dem vermehrten Fleiße der späteren Astronomen, und in der größeren Vollkommenheit ihrer Instrumente, so daß ohne Zweifel auch in den verflossenen Jahrhunderten die Ernte nicht minder reich gewesen wäre, wenn es nicht so sehr an Schnittern gefehlt hätte.

Allein dieß ist noch lange nicht die wahre Anzahl dieser sonderbaren Himmelskörper; denn wenn man auch, wie es in

unseren Tagen in der That der Fall ist, jedes Jahr einen neuen Cometen annehmen, und voraussetzen wollte, daß diese etwa in einem Jahrtausende wieder kommen — es gibt aber Cometen, die eine noch viel größere Umlaufszeit haben — so würden wir bey dieser Rechnung doch nur auf diejenigen Rücksicht genommen haben, welche unserer Erde nahe genug kommen, um uns sichtbar zu werden. Es gibt aber gewiß noch sehr viele, die selbst in ihrer größten Nähe noch so weit von uns entfernt sind, daß wir sie nie zu Gesichte bekommen können, und selbst von den anderen werden manche auch in geringeren Entfernungen von uns ungesehen vorüber gehen, wenn während der Zeit ihrer Erscheinung die Nächte trübe sind, oder wenn sie nur am Tage über unserem Horizonte stehen, oder wenn sie so nahe bey dem südlichen Pol des Aequators stehen, daß sie nur von den Bewohnern der südlichen Hemisphäre, wo es weder Sternwarten noch Astronomen gibt, bemerkt werden können, oder endlich wenn sie, wie es bey den meisten der Fall ist, so klein und lichtschwach sind, daß sie selbst in den reinsten Nächten nur durch Fernröhre sichtbar sind, und daher ebenfalls unbemerkt vorüberziehen, wenn nicht zufällig das Rohr des Beobachters genau auf den Punkt des Himmels gerichtet wird, in welchem sie sich eben aufhalten. Aus allen diesen Ursachen möchte die oben angegebene Zahl von Cometen leicht um das zwey- oder dreyfache vermehrt werden.

Es gibt aber noch einen anderen Weg, auf welchem wir der wahren Anzahl dieser Himmelskörper durch Rechnung viel näher kommen können. Wir gehen dabey von der Voraussetzung aus, die ohne Zweifel die wahrscheinlichste und natürlichste von allen, und auch den bisher angestellten Erfahrungen vollkommen angemessen ist, daß die Bahnen der Cometen nicht, wie die der Planeten, in eine enge Zone eingeschlossen, sondern daß sie nach allen Richtungen gleichför-

mig vertheilt sind. Die meisten der bisher beobachteten Cometen, beynahe sechszig, kamen der Sonne näher als Venus. Da aber wegen den nur eben angegebenen Ursachen gewiß sehr viele, welche ihr Perihelium ebenfalls innerhalb der Venusbahn erreichen, von uns unbemerkt vorübergehen, so wird es erlaubt seyn, die Anzahl derselben wenigstens doppelt zu nehmen. Da ferner die meisten der bisher bekannten Cometen in den letzten hundert Jahren beobachtet wurden, und da man annehmen kann, daß jeder im Durchschnitte in 500 Jahren seine Bahn um die Sonne beschreibt, so daß erst nach 500 Jahren im Allgemeinen dieselben Cometen wiederkehren, so würde die Zahl der jetzt bekannten, wenn man sie immer so fleißig als in dem letzten Jahrhundert aufgesucht hätte, fünfmahl größer seyn, so daß daher die Anzahl derjenigen Cometen, welche ihre Sonnennähe inner der Venusbahn erreichen, nahe gleich 2.60.5 oder gleich 600 seyn wird. Nimmt man aber, der vorigen Voraussetzung gemäß an, daß die Cometenbahnen nach allen Richtungen gleichförmig und in gleich großer Anzahl vertheilt sind, und beschränkt man sich dabey auch nur auf diejenigen Cometen, welche der Sonne näher kommen, als Uranus, so findet man, daß die Anzahl aller jener Cometen, welche ihr Perihelium noch inner der Uranusbahn erreichen, über 437000 betragen müsse. *) Da es aber keinen Grund gibt, jenseits der Uranusbahn keine Perihelien mehr anzunehmen, so ist es

---

*) Bey der vorausgesetzten gleichförmigen Vertheilung der Perihelien wird sich nähmlich aus geometrischen Gründen die Anzahl der Perihelien in jeder Entfernung von der Sonne wie das Quadrat dieser Entfernung verhalten. Da nun Uranus 27mahl weiter von der Sonne entfernt ist, als Venus, und da inner der Venusbahn 600 Cometen ihr Perihelium erreichen, so ist die Anzahl derjenigen, welche der Sonne näher kommen, als Uranus, gleich 27.27.600 oder gleich 437400.

wahrscheinlich, daß die Anzahl aller Cometen eine und vielleicht selbst mehrere Millionen beträgt.

Man hat also wohl sehr unrecht, wenn man, wie es gewöhnlich geschieht, die wenigen kleinen Planeten, weil wir selbst einen von ihnen bewohnen, als die Hauptsache in unserem Sonnensysteme betrachtet. In diesem großen Staate sind jene eilf Planeten nur ein sehr kleiner, beynahe unmerklicher Theil der übrigen eigentlichen Bevölkerung desselben; nur gleichsam die ersten Magnaten, die Höflinge des Reiches, die den Thron zunächst umgeben, und sich, nebst ihren Sclaven, den Satelliten, an dessen Strahlen erwärmen, während die anderen, das eigentliche Volk, in großen Entfernungen von der Residenz, in welche nur selten einige schwache Strahlen von dem Glanze des Hofes dringen, unbekannt und ungeachtet, aber dafür vielleicht nicht minder glücklich, sich selbst leben, und in ihren, selbst den Statistikern dieses unermeßlichen Reiches unbekannten Gegenden sich freyer bewegen, aber demungeachtet die ewigen Grundgesetze der großen Monarchie eben so genau, und vielleicht genauer, als jene Begünstigten erfüllen.

Diese Vergleichung läßt sich auch nicht minder treffend auf die äußere Gestalt dieser beyden Gattungen von Weltkörpern fortführen. Jene, die Planeten, haben sich in der sie umgebenden Hofluft an einander bereits so abgeschliffen, und nach dem Beyspiele ihres Beherrschers, der Sonne, zugerundet, daß bey allen ihren inneren Verschiedenheiten doch einer dem andern zu gleichen scheint, während diese, die Cometen, mehr sich selbst überlassen, und zu sehr mit der Erhaltung ihrer eigenen Existenz beschäftiget, nicht viel für eine glatte Außenseite besorgt seyn können, sondern unbekümmert selbst um ihre nächsten Nachbarn sich das, was ihr Boden und ihre Verhältnisse ihnen erlauben, anzueignen suchen, daher dort alle gleichsam nach einem gemeinschaft-

lichen Typus gebildet erscheinen, hier aber oft die äußersten Unterschiede selbst bis auf die äußeren Bekleidungen herab angetroffen werden, Bekleidungen, die dann auch von den müßigen Bewohnern der Residenz oft nicht wenig beschaut und bekritelt werden, wenn es einem dieser Wenden, Dalmatiner oder Illyrier einfällt, in seiner ursprünglichen Nationaltracht, mit seinem weiten Mantel und struppigen Barte unter ihnen zu erscheinen, um sich auch einmahl nach Jahrhunderten dem Throne zu nähern.

Diese sonderbare Gestalt der Cometen dringt sich uns gleichsam bey dem ersten Anblicke derselben auf, daher wir auch von ihr zuerst sprechen wollen. Bey der näheren Betrachtung dieser Gestalt bemerkt man vorzüglich drey, wie es scheint, von einander wesentlich verschiedene Gegenstände, den Kern, die den Kern umgebende kugelförmige Dunsthülle, und den nach irgend einer Seite sich erstreckenden, oft sehr langen Schweif der Cometen. Der Kern ist ein fester, planetenartiger Körper, der aber den neueren Beobachtungen zu Folge bey den meisten Cometen fehlt, so daß diese oft nur eine bloße Anhäufung von Dünsten, denen unserer Atmosphäre ähnlich zu seyn scheinen, die nur selten in der Mitte ihrer Dunsthülle oder ihres sogenannten Kopfes zu einem etwas stärker glänzenden, aber auch dann noch schlecht begränzten, und nur matt schimmernden Scheibchen sich verdichtet. Daß die Dichte der Cometen, selbst der eigentliche Kern derselben, wo man sie bemerkt hat, gegen die Dichte unserer festen Körper nur äußerst gering und vielleicht nicht einmahl mit jener unserer Atmosphäre vergleichbar seyn müsse, erhellt daraus, daß man selbst sehr nahe bey dem Kern stehende sehr kleine Sterne noch mit beynahe ganz ungeschwächtem Lichte durchschimmern sieht, obschon ältere Beobachtungen auch hier auf eine große Verschiedenheit der Kerne schließen lassen. So erzählt Kepler, daß der Kern des großen

Cometen von 1618 sehr beträchtlich gewesen, und dem Beobachter in einem blendenden Glanze erschienen sey, wie das Gold ihn zeigt, wenn es im heftigen Feuer geschmolzen wird. Die Größe dieser Kerne kann, wegen ihres meistens schlecht begränzten Randes, nur schwer durch Messung bestimmt werden. Nach Schröter hatte der zweyte Comet von 1798 einen Kern, dessen Durchmesser 27 d. Meilen; der von 1805 einen Durchmesser von 30, der große von 1811 einen von 93, und der von 1807 einen Durchmesser von 1000 Meilen; Messungen, von welchen jene des berühmten Herschels oft sehr abweichen, der z. B. den Durchmesser des Kerns des zuletzt angeführten Cometen von 1807 nur 120 Meilen, also mehr als achtmahl kleiner fand, als Schröter. So verschieden aber die Bestimmungen der Größe der Kerne nach den verschiedenen Beobachtern seyn mögen, so scheinen sie doch sämmtlich darin übereinzustimmen, daß sie alle, in Beziehung auf ihre Größe, nur ein sehr mattes Licht haben, welches von dem der Planeten unter ähnlichen Verhältnissen oft zehn und mehrmahl übertroffen wird.

Diesen Kern umgibt gewöhnlich eine noch matter beleuchtete, meist kugelförmige Dunsthülle, die in größeren Entfernungen von ihrem Mittelpunkte immer lockerer zu werden scheint, aber in Vergleichung mit dem Kerne meistens sehr groß ist. Nach Herschel beträgt bey dem Cometen von 1811 der Durchmesser der Dunsthülle 27000; bey dem von 1807 aber 60000, und bey dem von 1799, dessen Licht sehr schwach war, 40000 d. Meilen, so daß ihre Höhe über dem als fest angenommenen Kern bey vielen weit über hundert Halbmesser des Kern beträgt. Besonders merkwürdig aber sind die häufigen und großen Veränderungen, welche in diesen Dunsthüllen den Beobachtungen gemäß vorgehen. Bey dem Cometen von 1799 hatte sich nach Schröter in der Zeit zwischen den 20. und 21. September der Durchmesser der

Dunsthülle um ihren vierten Theil vermindert, während der Kern eben so schnell größer und glänzender wurde, anderer Aufheiterungen und Trübungen nicht zu erwähnen, die eben so wenig ihren Grund in der verschiedenen Entfernung des Cometen von der Sonne, als in den Abwechslungen unserer eigenen Atmosphäre haben konnten. Aehnliche plötzliche Aenderungen bemerkte Schröter bey dem Cometen von 1807.

Das dritte endlich, wodurch sich die Gestalt der Cometen vor allen anderen Himmelskörpern auszeichnet, sind ihre Schweife. Es gibt Cometen, deren Nebel sich nach allen Seiten nahe gleichstark in eine kugelförmige Gestalt ausdehnt, und die man daher schweiflos nennen kann; bey den meisten anderen aber erstreckt sich dieser Nebel in der Form eines Schweifes nur nach einer, meistens der Sonne entgegen gesetzten Seite. Bey jenen entdeckt man gewöhnlich gar keinen ausgezeichneten Kern, so daß sie bloß aus gegen die Mitte verdichteten Nebeln zu bestehen scheinen. Bey diesen scheint, den älteren Beobachtungen zu Folge, der eigentliche Schweif nur eine Fortsetzung der oben betrachteten Dunsthülle zu seyn, und mit dieser sowohl, als mit dem eigentlichen Kerne eine einzige zusammenhängende Masse zu bilden. Allein neuere und genauere Beobachtungen deuten bestimmt auf eine Absonderung und auf eine sehr wesentliche Verschiedenheit dieser drey, die Natur der Cometen constituirenden Theile. Wer von meinen Lesern den großen Cometen von 1811 durch ein gutes Fernrohr aufmerksam betrachtet hat, wird sich erinnern, daß sein sogenannter Schweif keinesweges die Gestalt einer ruthenförmigen Fortsetzung des Kerns und der Dunsthülle hatte, sondern daß sein runder, wohl begränzter Kern von einem concentrischen, kugelförmigen, leuchtenden Nebel umgeben war, welchen Nebel wieder ringsum ein dunkler Zwischenraum umgab, während das Ganze von einer glänzenden Hülle eingeschlossen war, die an der Seite, wo die

Sonne stand, den Kern in einiger Entfernung in der Gestalt eines Halbkreises einschloß, und dann auf der entgegengesetzten Seite fast geradlinigt auslaufend zu einem doppelten langen Schweife sich ausdehnte, so daß also der eigentliche Kern des Cometen mit seiner ihn zunächst umgebenden leuchtenden Dunsthülle in dem inneren dunklen Raume des hohlen trichterförmigen Schweifes frey zu schweben schien, und das Ganze die Ansicht darboth, welches ein brennendes Licht in dem Brennpunkte einer parabolischen Glasglocke gewähren würde. Der eigentliche, etwas röthlichte planetarische Kern hatte einen Durchmesser von 93, die ihn zunächst umgebende helle, etwas ins grünliche spielende Atmosphäre einen Durchmesser von 30000 d. Meilen; der darauf folgende dunkle Zwischenraum zwischen der äußersten Gränze jener hellen Atmosphäre und der inneren Gränze des leuchtenden Mantels betrug nahe 50000 Meilen, und über demselben lag die an der Sonnenseite nahe 5000 Meilen dicke Lichthülle des eigentlichen Mantels, der sich auf der der Sonne entgegengesetzten Seite zu dem eigentlichen Schweife von 22 Millionen Meilen Länge ausdehnte.

Obschon vielleicht viele andere beschweifte Cometen bey einer genaueren Untersuchung einen ähnlichen inneren Bau verrathen würden, so gibt es doch auch wieder viele, bey denen dieser in der Mitte eines strahlenden Mantels frey schwebende Kern nicht angetroffen wurde, und die daher, der gewöhnlichen Vorstellung gemäß, mehr die Gestalt einer Ruthe haben, deren Zweige alle aus einem einzigen Punkte, dem sogenannten Kopfe des Cometen, auszulaufen schienen. In demselben Jahre erschien noch ein anderer viel kleinerer, der nur durch Fernröhre sichtbar war, und so recht eigentlich bestimmt schien, uns die Liebe zu den mannigfaltigsten Abwechslungen zu verkünden, welche die Natur bey allen ihren Werken, vorzüglich aber bey den Cometen zeigt, die

unter einander oft die größten Verschiedenheiten zeigen, obschon man wieder eine gewisse ihnen allen gemeinsame Familienähnlichkeit nicht verkennen kann. Dieser zweyte kleine Comet von 1811 hatte weder Kern noch Nebelhülle, weder Bart noch Schweif, sondern vielmehr ein scheibenartiges, ziemlich scharf begränztes, beynahe planetenartiges Ansehen.

Dieß über die Gestalt der Cometen. Aber was gibt ihnen diese so höchst sonderbare Gestalt? — Da diese Körper in ihren Bewegungen um die Sonne denselben Gesetzen, wie die Planeten folgen, so bestehen sie ohne Zweifel, so wie diese, aus einer Masse, die gegen die Sonne schwer ist, und die daher von der Sonne angezogen wird. Dieses wird man von dem Kerne, oder dem eigentlichen Körper des Cometen anzunehmen wohl gezwungen seyn: aber auch von der diesen Kern umgebenden Nebelhülle, und von dem noch viel weniger dichten Schweife derselben? Es scheint, als ob diese beyden mit dem eigentlichen Kern nichts gemein haben, so daß sie wohl auch ganz andere Eigenschaften besitzen mögen, als diejenigen sind, welche wir bisher an den Himmelskörpern bemerkt haben. Diese dunstförmigen Massen, wenn sie noch so heißen dürfen, sind aus einem so ungemein zarten Stoffe gewebt, daß man, wie wir bereits gesagt haben, durch diese feinen Wolken, obschon sie oft viele tausende von Meilen im Durchmesser haben, doch die kleinsten Sterne mit ungeschwächtem Lichte durchschimmern sieht, was um so auffallender ist, da man mehreren Beobachtungen gemäß annehmen muß, daß diese Dünste nicht bloß von der Sonne beleuchtet werden, wie die Planeten, sondern daß sie selbst ein ihnen eigenthümliches phosphorescirendes Licht haben, welches das Licht der kleinen Sterne noch mehr schwächen würde, wenn diese Hülle nicht so ungemein locker wäre. Obschon nun alle Körper, welche wir in dieser Beziehung untersuchen können,

von anderen angezogen werden, und diese selbst wieder anziehen, oder mit anderen Worten, obschon unsern Erfahrungen zu Folge alle, also auch die himmlischen Körper gegen einander und gegen die Sonne schwer sind, so kann es ja doch wohl auch noch Stoffe geben, welche wir in dieser Hinsicht noch nicht untersuchen konnten, und die vielleicht von jenem sogenannten allgemeinen Gesetze eine Ausnahme machen. So sind bisher alle Versuche, eine Schwere des Wärmestoffes, des Lichtstoffes, oder der electrischen Materie zu entdecken, vergeblich gewesen, ja es scheint vielmehr, als ob wir schon einige Beweise für das Gegentheil besitzen. Wenn z. B. der Lichtstoff auch nur die geringste Schwere hätte, so würde er sich seit so vielen Jahrtausenden um alle Haupt- und Nebenplaneten in sehr beträchtlicher Menge angehäuft haben, wovon wir auch nicht die geringste Spur wahrnehmen. Wenn es aber Körper gibt, die keine Schwere haben, so wird es nicht zu kühn seyn, noch einen Schritt weiter zu gehen, und auch solche Körper als möglich anzunehmen, die eine negative Schwere haben, d. h. solche, die von der Sonne und allen anderen positiv gravitirenden Körpern nicht mehr angezogen, sondern von ihnen abgestoßen werden, eine Annahme, die um so wahrscheinlicher ist, da wir das geheimnißvolle Spiel einander entgegen gesetzter, also auch abstoßender Kräfte bey den electrischen und magnetischen Erscheinungen und bey allen chemischen Auflösungen eine so große Rolle spielen sehen. Selbst schon bey der aus anderen Gründen sehr wahrscheinlichen Voraussetzung, daß der ganze Weltraum mit einer sehr feinen Materie angefüllt ist, würde der noch viel feinere Stoff der Cometenschweife in diesem Aether, wie der Rauch in der Luft, aufsteigen, und schon dieses Aufsteigen in Beziehung auf die alles an sich ziehende Sonne würde, auch ohne einer eigentlichen abstoßenden Kraft, die Erscheinungen hervor-

bringen, nach welchen der Cometenschweif immer von der Sonne abgewendet bemerkt wird.

Nimmt man also an, daß der Kern der Cometen aus einer positiven Materie, ähnlich der allen übrigen Planeten, bestehe, so wird dadurch sowohl die kugelförmige Gestalt dieses Kerns, als auch die Bewegung des Cometen um die Sonne nach den allen anderen Himmelskörpern gemeinschaftlichen Gesetzen genügend erklärt. Legt man aber der Sonne eine diese Nebelhülle des Cometen abstoßende Kraft bey, so wird diese Hülle um den Kern eine Art von Atmosphäre bilden, und von der abstoßenden Kraft der Sonnenmasse in der Richtung der beyde Körper verbindenden geraden Linie sich von dem Cometen zu entfernen suchen. Nach dieser Erklärung muß der Schweif immer auf der der Sonne entgegen gesetzten Seite stehen, und im Allgemeinen desto größer werden, je näher der Comet der Sonne kömmt, zwey Erscheinungen, welche mit den Beobachtungen vollkommen übereinstimmen.

Nimmt man eben so an, daß auch der Kern des Cometen als ein ebenfalls positiver Körper auf seine Dunsthülle eine abstoßende Kraft äußere, so würde er die Elemente dieser Hülle nach allen Seiten gleich weit von sich entfernen, und daher eine kugelförmige Atmosphäre um sich bilden. Ist die abstoßende Kraft der Sonne viel stärker, als die des Kerns, so wird jene Kugel an der Sonnenseite sehr platt gedrückt, während sie auf der entgegengesetzten Seite, wo beyde abstoßende Kräfte nach derselben Richtung wirken, sich ungehindert ausdehnen, und die Gestalt eines Schweifes annehmen kann. Ist aber die abstoßende Kraft des Kerns beträchtlicher, so wird er selbst auf der Sonnenseite seine Dunsthülle noch so weit von sich entfernen, bis beyde abstoßenden Kräfte sich das Gleichgewicht halten, und uns, wie bey dem Cometen von 1811 die Erscheinung eines in der Mitte seines

Lichtmantels frey schwebenden Kerns gewähren. — Diese Erklärung scheint so viel für sich zu haben, daß sie beynahe von allen Astronomen ohne Anstand angenommen wurde, bis der letzte Comet, welcher im Anfange des Jahres 1823 erschien, wieder neue Zweifel erregte. Dieser Comet hatte nähmlich einen doppelten Schweif, von welchem der eine kleinere der Sonne zugewendet war, während der andere ihr beynahe gegenüberstand. Daß sich aber diese Erscheinung durch die vorhergehende Erklärung nicht darstellen läßt, ist für sich klar, und es wird daher gut seyn, noch andere Beobachtungen abzuwarten, und alle weiteren Hypothesen über die Entstehung und Ausbildung dieser räthselhaften Körper zu suspendiren, und zu demjenigen überzugehen, was uns die Beobachtungen über ihre Bewegungen kennen gelehrt haben.

Es ist noch nicht lange her, daß man die Cometen für eigentliche Himmelskörper hält, welche so, wie die Planeten, sich nach unveränderlichen Gesetzen um die Sonne bewegen. Es würde zu viel Raum einnehmen, hier auch nur die auffallendsten der abgeschmackten Meinungen zu erwähnen, die man in früheren Zeiten über sie aufgestellt hat. Einige sogenannte alte Philosophen hielten sie für den Widerschein der Sonne, der von einem spiegelartigen Körper reflectirt wird; andere für die Seelen verstorbener großer Personen, die geschwänzt oder gebärtet nach dem Himmel steigen. *) Aristoteles (de meteor. I. 7) hielt sie für Ausdünstungen der Erde, die sich in der dritten Region der Luft festsetzen, eine Meinung, die Jahrhunderte durch von jedem Professor bey dem Antritte seines Lehramtes als unumstößlich

*) So glaubten die Römer, daß der große Comet, der 43 Jahre vor unserer Zeitrechnung erschien, Cäsars Geist, oder doch der Wagen gewesen sey, auf welchem der Geist des großen Dictators zu dem Sitz der Götter fuhr.

öffentlich beschworen werden mußte. Nachdem man die Sonnenflecken kennen gelernt hatte, hielt man die Cometen für einerley Ursprungs mit diesen Flecken, für Exhalationen der Sonne. Der berühmte Hevel hielt diese Meinuug für thöricht, und behauptete dafür, daß sie aus den Gesammtausdünstungen der Planeten entstehen. Andere ließen diese Dünste nach der Sonne gehen, in derselben, wie in einem Kessel durchkochen, und machten dann neue Planeten daraus. Der spanische Mönch Valderama ließ sie durch eigene böse Geister aus der Hölle herauftreiben, um die Menschen damit zu schrecken. Claude Comirs machte eine Art von Aetherballon daraus, die von der Sonne wie Schaumblasen aufsteigen, und sich am Ende mit dem Aether des Himmels in ein Gleichgewicht setzen u. s. w. Desto auffallender muß es daher seyn, daß so viele Jahrhunderte früher ein Mann, der gar nicht zu den Astronomen gezählt wird, so reine und richtige Ideen über diesen Gegenstand vortrug, daß man bey seiner Lectüre einen Schriftsteller unseres Jahrhunderts vor sich zu haben glaubt. „Ich rechne, sagt Seneca (Quest. natur. Lib. VII. 13) die Cometen, so wie die uns näher bekannten Planeten, zu den ewigen Werken der Natur. Haben doch nicht alle Planeten genau dieselbe Bahn, warum sollten nicht auch die Cometenbahnen unter einander so sehr verschieden seyn können? Oder warum soll man gezwungen seyn anzunehmen, daß es unter den unzähligen Sternen, welche unsere Nächte schmücken, nur fünf gebe, denen es erlaubt ist, sich zu bewegen? Vor noch nicht anderthalbtausend Jahren hat Griechenland es unternommen, die Sterne zu zählen, und zu benennen, und wir selbst haben erst vor Kurzem die wahre Ursache der Finsternisse kennen gelernt. — Wahrlich es wird einmahl eine Zeit kommen, wo das, was jetzt dunkel ist, durch das Genie und den Fleiß künftiger Jahrhunderte klar und deutlich vor uns liegen wird; eine

Zeit, wo unsere Nachkommen sich verwundern werden, daß uns so einfache und sonnenklare Dinge dunkel und unbegreiflich geblieben sind. Es wird einmahl ein Mann kommen, der die Bahnen der Cometen, ihre Größe und ihre übrigen Eigenschaften entdecken und berechnen wird. Die Natur enthüllt ihr Heiligthum vor den Augen der sterblichen Menschen nicht plötzlich, um sie nicht durch zu vieles Licht zu blenden, ehe sie daran gewöhnt sind, und wenn wir uns mit unseren geringen Kenntnissen schon für Eingeweihte halten, so werden unsere Nachkommen sehen, daß wir nur noch an der Schwelle des großen Tempels der Natur gestanden sind." — Seneca wurde auf den Befehl seines mächtigen, unwürdigen Schülers, der Mutter, Bruder, Vormünder, viele Senatoren und unzählige Bürger, und endlich in Thrasea gleichsam die Tugend selbst dem Tode geopfert hatte, im Jahre 60 n. Chr. ermordet, und seine Weissagung ging erst über 1600 Jahren nach ihm in Erfüllung. Indessen war es eine Weissagung, die sich auf nichts, wenigstens auf keine Rechnung gründete, und da bald darauf Leute auftraten, welche andere Hypothesen nicht minder schön vorzutragen wußten, so ging es damit, wie mit der Lehre der Bewegung der Erde, und mit so vielen anderen Wahrheiten, welche die Alten geahndet, aber auch nur geahndet, nicht bewiesen hatten: sie verloren sich in dem Strome der Zeiten, ohne eine Spur hinter sich zu lassen.

Selbst der große Reformator der Astronomie, Kepler, hielt sie wohl, so wie die Planeten, für cosmische Körper, aber er ahndete so wenig, daß sie in ihren Bewegungen denselben ewigen Gesetzen unterworfen seyen, die er entdeckt hatte, daß er vielmehr die ganz unzuläßliche Idee aufstellte, daß ihre Bahnen durchaus *gerade Linien* seyen. Sein Zeitgenosse, Tycho Brahe, erkannte der erste aus Beobachtungen, daß sie nur eine sehr kleine Parallaxe haben, also

nicht unserer Atmosphäre angehören, sondern sich in sehr großen Entfernungen von uns bewegen; aber indem er die geradlinigten Bahnen Keplers verwarf, ließ er sie in vollkommenen Kreisen sich bewegen, eine Voraussetzung, die ebenfalls allen Beobachtungen widerspricht. In der Mitte des 17ten Jahrhunderts zeigte Hevelke in Danzig zuerst, daß die Cometenbahnen von den geraden Linien abweichen, und daß sich ihre Bahnen gegen die Sonne krümmen, aber es fiel ihm nicht ein, das Gesetz ihrer Bewegung oder die Natur dieser Bahnen aufzusuchen, oder auch nur vorauszusetzen, daß sie sich alle, so wie die Planeten, um die Sonne bewegen. — Gewöhnlich schreibt man dem Prediger Dörfel zu Plauen im Voigtlande die Ehre zu, die parabolische Bahn dieser Körper um die Sonne der erste erkannt zu haben, eine Idee, welche er in seiner kleinen Schrift über den Cometen von 1680 bekannt gemacht hat. Allein erstens sind die Cometenbahnen keine Parabeln, und zweytens warf er diese bloße Idee nur etwa so hin, wie Seneca oben die seinen, ohne sie durch Rechnung zu unterstützen, die hier allein entscheidet. Wenn bloße unbewiesene und sterile Meinungen gelten sollten, so würde der Ruhm, die wahre Gestalt der Cometenbahnen erkannt zu haben, dem englischen Grafen Henry Percy von Northumberland gehören, der schon im Anfange des 17. Jahrhunderts die Idee aufstellte, daß die Cometen sich in Ellipsen bewegen, in deren einem Brennpunkte die Sonne ist. (Monathl. Corresp. 1803 July.)

Newton ist es vielmehr, dem die unbestreitbare Ehre gebührt, auch diesen großen und wichtigen Theil der Sternkunde zuerst richtig betrachtet, gehörig behandelt, und vollständig durch Rechnung bewiesen zu haben. Nachdem er das Gesetz der allgemeinen Schwere gefunden hatte, konnte er nicht mehr zweifeln, daß demselben alle Körper des Himmels, und also auch die Cometen unterworfen seyen, und er bewies

dieses auf eine Art, die nichts mehr zu wünschen übrig läßt, so wie er zugleich eine Methode, ihre Bahn aus den Beobachtungen zu berechnen, mittheilte, die im Wesentlichen noch die unserer Zeit ist. Halley, sein würdiger Zeitgenosse, wandte die erste von Newton gegebene Theorie auf den Cometen von 1682 mit dem glücklichsten Erfolge an (Philos. Tranact. for. 1705) und erkannte dadurch nicht nur die Identität dieses Cometen mit jenem, welcher vorher in den Jahren 1607, 1531 und 1456 erschienen war, sondern sagte auch dessen nächstfolgende Erscheinung für das Jahr 1758 voraus, eine Bestimmung, die nahe genug eintraf, um den Triumph der neuen Theorie zu vollenden, und ihre Richtigkeit für alle Zeiten zu bestätigen.

Nach Newton bewegen sich die Cometen in meistens sehr excentrischen Ellipsen, in deren einem Brennpunkte die Sonne ist, indem sie, so wie die Planeten, dem allgemeinen Gesetze der Schwere gehorchen, die wir in dem zweyten Buche näher entwickelt haben; und wenn drey vollständige Beobachtungen eines Cometen, z. B. drey geocentrische Längen und eben so viel Breiten desselben gegeben sind, so kann man daraus durch die von ihm gelehrte Rechnung die Größe, und die Gestalt seiner elliptischen Bahn sowohl, als auch ihre Lage im Weltraume bestimmen.

Es ist hier nicht der Ort, diese Rechnungen näher anzuzeigen, durch welche man die Bahn und die Bewegung des Cometen in derselben aus den an ihm angestellten Beobachtungen ableiten kann, obschon sie übrigens, nach den Vereinfachungen und Vervollkommnungen, welche neuere Astronomen an ihnen angebracht haben, lange nicht so schwer sind, als man gewöhnlich glaubt, da ein geübter Rechner diese Arbeit in dem Laufe eines Tages bequem vollenden kann. Es wird also genügen, näher anzugeben, worauf es bey diesen Rechnungen eigentlich ankömmt. — Aus den Beobachtungen, d. h.

aus den Orten, wo man den Cometen an verschiedenen Tagen von der Erde am Himmel gesehen hat, sucht man durch jene Rechnungen erstens die Zeit, wann er der Sonne am nächsten stand, die Zeit seines Durchganges durch das Perihelium, oder wie diese Zeit auch genannt wird, die Epoche des Cometen; zweytens die Größe der großen Axe seiner Ellipse; drittens die Excentricität dieser Ellipse, oder die Entfernung ihres Mittelpunktes von einem ihrer beyden Brennpunkte; viertens die Lage der großen Axe oder den Winkel, welchen diese große Axe mit der Linie der Nachtgleichen bildet; fünftens die Neigung der Ebene der Bahn des Cometen oder den Winkel, welchen diese Ebene mit der Ebene der Ekliptik bildet, und endlich sechstens die Lage der geraden Linie, in welcher sich die Ebene der Cometenbahn und der Ekliptik schneiden, oder den Winkel dieser geradlinigten Knotenlinie mit der Linie der Nachtgleichen. Man sieht, daß diese sechs Bestimmungsstücke, welche man die Elemente des Cometen nennt, nicht nur die Bahn selbst, sondern auch, wenn man die Gesetze der elliptischen Bewegung nach II. S. 234 als bekannt voraussetzt, selbst die Bewegung des Cometen in dieser Bahn vollkommen bestimmen, so daß man durch sie für jede andere gegebene Zeit den Ort des Cometen in seiner Bahn anzugeben im Stande ist, wenn anders die Größe, Gestalt und Lage dieser Bahn durch fremde Einwirkungen keine Störungen leidet. Auf diese Weise kann man also, wenn man auch nur drey Beobachtungen eines Cometen hat, daraus seine Elemente, und aus diesen Elementen seinen Ort am Himmel für die folgenden Tage ableiten, oder eine sogenannte Ephemeride desselben entwerfen, nach welcher man ihn, selbst wenn man ihn seiner größeren Entfernung wegen mit freyem Auge nicht mehr sieht, mit den Fernröhren noch lange verfolgen und beobachten kann.

Ich habe bereits gesagt, daß die elliptischen Bahnen der Cometen meistens sehr excentrisch, gleichsam sehr abgeplattete Kreise sind, deren Durchmesser bey den meisten selbst den Durchmesser der Uranusbahn weit übertreffen, so daß diese Körper den größten Theil ihrer Bahn in solchen Entfernungen von uns durchlaufen, in welchen sie uns, selbst mit unseren stärksten Fernröhren, bey ihrer sonst schon so schwachen Beleuchtung völlig unsichtbar sind, und daß wir sie dafür gewöhnlich nur in der kurzen Zeit sehen, in welcher sie auf ihren großen Wanderungen aus der Tiefe des Himmels in unsere oder in die Nähe der Sonne herabsteigen. Man wird ohne meine Erinnerung sehen, daß jene Bestimmung der Bahn aus den Beobachtungen im Allgemeinen desto genauer seyn wird, je weiter diese Beobachtungen selbst von einander entfernt sind, d. h. je größer der Bogen ist, in welchem man den Cometen beobachtet hat, und aus welchem man dann durch Rechnung die ganze Bahn ableiten will. Da aber nach dem Vorhergehenden wegen der gewöhnlich nur kurzen Sichtbarkeit der Cometen, jener Bogen im Allgemeinen nur klein ist, so wird auch diese Bestimmung der Elemente nicht immer so genau seyn können, als man wohl sonst wünschen möchte, indem jeder kleine, oft unvermeidliche Fehler der Beobachtung auf die daraus abzuleitenden Resultate für das Ganze oft sehr nachtheilige Folgen äußern wird. Dieser ungünstige Zufall tritt hier besonders bey der Bestimmung der großen Axe der Bahn ein. Wenn man, um dieses genauer zu übersehen, mehrere sehr excentrische Ellipsen auf einer Tafel verzeichnet, die alle denselben Brennpunkt haben, und alle durch denselben, jenem Brennpunkte nächsten Punkte der großen Axe, als durch ihren Scheitel gehen, so wird man bemerken, daß die großen Axen dieser Ellipsen, wie ihre Excentricität zunimmt, ebenfalls, und zwar äußerst schnell zunehmen, während die Bogen derselben in der Nähe jenes

Scheitels einander alle immer näher kommen, und beynahe aufeinander fallen, wenn die großen Axen endlich so groß werden, daß sie gegen die constante Entfernung jenes Scheitels von dem Brennpunkte als unendlich groß anzusehen sind. Da wir aber die Cometen nur in der Nähe der Sonne, das heißt, in der Nachbarschaft jener beynahe zusammenfallenden Bogen beobachten können, so sieht man, daß jeder kleine Beobachtungsfehler den Cometen aus dem Bogen seiner wahren Ellipse sehr leicht in den nahen Bogen einer anderen Ellipse versetzen kann, zu welcher eine ganz und gar verschiedene große Axe gehört, so daß es beynahe unmöglich ist, diese große Axe der Cometenbahnen aus den Beobachtungen auch nur mit einiger Verläßlichkeit zu bestimmen: eine nicht erfreuliche Bemerkung, da daraus folgt, daß gerade das Interessanteste bey den Cometenrechnungen, die Bestimmung der Wiederkehr derselben, ebenfalls ganz unverläßlich ist, indem, wie wir B. II. S. 193 gesehen haben, nach dem dritten Gesetze Keplers die Umlaufszeit eines Himmelskörpers durch die große Axe seiner Bahn bestimmt wird, und daher so lange unbekannt bleiben muß, als diese nicht genau bekannt ist.

Indessen haben die Astronomen, indem sie auf diesen Vortheil Verzicht leisteten, aus diesem Mangel selbst sich einen Vortheil einer anderen Art abzuleiten gesucht, der sie für die oft ermüdenden Rechnungen trösten kann, welchen die elliptische und unverläßliche Bestimmung der Cometenbahnen unterworfen ist. Je größer nähmlich, bey derselben Entfernung des einen Brennpunktes der Ellipse von ihrem nächsten Scheitel, die große Axe der Ellipse wird, desto mehr nähert sich wenigstens der Bogen der Ellipse, welcher jenem Scheitel nahe ist, und in welchem wir, wie gesagt, die Cometen allein beobachten, einer anderen der Ellipse verwandten krummen Linie, der Parabel, in welche sie endlich völlig

übergeht, wenn die große Axe der Ellipse gegen jene Entfernung des Scheitels von dem Brennpunkte als unendlich angenommen werden kann; und da bey der Parabel die Betrachtung der großen Axe ganz wegfällt, also eines und zwar das schwierigste jener Bestimmungsstücke der Bahn ganz aus der Rechnung verschwindet, so pflegt man alle Cometenbeobachtungen unter der beynahe immer erlaubten, die Arbeit sehr vereinfachenden Voraussetzung zu berechnen, daß die Bahn derselben eine Parabel sey, in deren Brennpunkte die Sonne ist. Man sucht dann auf eine ähnliche mit der oben für die Ellipse angezeigte Weise die Zeit des Durchganges des Cometen durch sein Perihelium, die Entfernung dieses Periheliums vom Brennpunkte, die Lage dieser Entfernung gegen die Linie der Nachtgleichen, die Neigung der Bahn gegen die Ekliptik und endlich die Lage ihrer Knoten in der Ekliptik, und sieht diese fünf Elemente als die Bestimmungsstücke an, durch welche die Bahn eines jeden Cometen gleichsam particularisirt und von allen anderen unterschieden werden kann.

Diese fünf parabolischen Elemente, welche man aus den Beobachtungen durch eine einfache Rechnung ableitet, von welcher man am Ende des vierten Buches eine nähere Anzeige findet, reichen in den meisten Fällen hin, den Cometen, wenn er einst vielleicht nach Jahrhunderten wieder zu uns zurückkehrt, als einen schon einmahl da gewesenen Gast zu erkennen. Denn da die Ebenen ihrer Bahnen, wie wir gesehen haben, alle möglichen Lagen haben, so ist es schon äußerst unwahrscheinlich, daß zwey derselben genau dieselbe Neigung und dieselbe Knotenlinie mit der Ekliptik haben sollten, und wenn auch dieses einmahl der Fall seyn sollte, so werden sie sich doch noch in der Lage ihres Periheliums und in der Größe der Entfernung dieses Periheliums von der Sonne unterscheiden, um nicht für einen und denselben

Cometen gehalten zu werden, da alle diese Elemente durch die Anziehung fremder Körper, welchen die Cometen auf ihren weiten Reisen begegnen, wahrscheinlich nur geringe Aenderungen leiden, wenigstens viel geringere, als die sind, welchen die äußere Gestalt derselben unterworfen ist, welche letzte oft selbst während der Periode einer einzigen Erscheinung schon so veränderlich ist, daß sie durchaus nicht als ein Mittel zur Wiedererkennung derselben dienen kann. Eben so verfuhr auch Halley bey dem oben erwähnten Cometen von 1682, dem ersten, der nach dieser parabolischen Theorie berechnet wurde. Nachdem er die Elemente desselben bestimmt hatte, suchte er unter den früher erschienenen Cometen einen auf, der nahe dieselben Elemente hatte, und fand, daß der von 1607 nahe genug damit übereinstimmen, um ihn für identisch mit jenem zu halten. Da sonach die Umlaufszeit desselben 75 Jahre betragen würde, so rechnete er mit dieser Periode noch weiter rückwärts, und fand zu seiner nicht geringen Freude, daß in der That in den Jahren 1531 und 1456 ein großer Comet erschienen sey, dessen Elemente mit denen von 1682 nahe übereinstimmten, daher er denn auch seine nächste Wiedererscheinung auf das Jahr 1758 voraus sagte. Zwar erschien er in der That etwas später, aber bey der seit Halley vervollkommneten Theorie der Störungen war es den Astronomen leicht, die Ursache dieser Verspätung mit großer Genauigkeit in der Anziehung nachzuweisen, welche der Comet während seiner Reise von den zwey mächtigsten Planeten unseres Sonnensystemes, dem Jupiter und Saturn, erlitten hatte. Seine nächste Wiederkunft hat Damoiseau genau berechnet und gefunden, daß er den 16. November 1835 der Sonne am nächsten stehen wird.

Auf diese Art kann man also, wenigstens aus zwey Erscheinungen eines Cometen das Interessanteste seiner Elemente, die große Axe seiner Bahn, oder was dasselbe ist, seine Um=

laufszeit bestimmen, da es im Gegentheile, wie wir oben gesehen haben, sehr mißlich, ja beynahe unmöglich ist, aus der elliptischen Berechnung der Beobachtungen einer einzigen Erscheinung die Wiederkehr dieser Himmelskörper auch nur mit einiger Verläßlichkeit zu berechnen. So haben einige Astronomen durch sehr sorgfältig geführte Rechnungen die große Axe der Bahn des Cometen von 1680 gleich 426 Halbmessen der Erdbahn gefunden, woraus folgen würde, daß er erst in 8792 Jahren wieder zu uns zurückkehren kann. Allein andere fanden aus ihren nicht minder genauen Untersuchungen die Größe dieser Axe 430, also nur um den 106ten Theil größer, als jene, aber diese geringe Aenderung würde doch schon den Cometen um volle 124 Jahre später, oder erst in 8916 Jahren wieder erscheinen lassen. — Es bleibt also bey dem gegenwärtigen Zustande der beobachtenden und der berechnenden Astronomie nichts übrig, als die Wiederkehr der Cometen erst aus der Identität der Elemente in zwey verschiedenen Erscheinungen zu bestimmen, und hierin liegt auch die Ursache, warum die Astronomen jeden neu erscheinenden Himmelskörper dieser Art mit solchem Eifer verfolgen, um durch ihre Beobachtungen und Berechnungen ihre Nachfolger in den Stand zu setzen, jene Vergleichungen mit Sicherheit anstellen zu können, und dadurch ihre Kenntnisse des Sonnensystemes zu bereichern.

Obwohl es also, wie wir in dem zweyten Buche gezeigt haben, äußerst unwahrscheinlich ist, daß irgend ein Körper unseres Planetensystemes in der That eine Parabel beschreibe, so hat man doch diese für die Cometen in ihrer Sonnennähe, wo sie allein von uns beobachtet werden können, erlaubte Voraussetzung angenommen, weil sie die Berechnungen ungemein abkürzt, ohne den Resultaten derselben einen wesentlichen Eintrag zu thun. Sollte man, wie es in der That zuweilen der Fall war, im Verfolge dieser para-

bolischen Rechnung finden, daß sich die Beobachtungen durch eine Parabel nicht genau darstellen lassen, daß also die Bahn des Cometen nicht excentrisch genug ist, um in der Nähe ihres Periheliums mit einer Parabel verwechselt zu werden, dann ist es der Sache angemessen, die elliptische Berechnung anzuwenden, und die Astronomen haben uns die Mittel entwickelt, diese Anwendung auf die vortheilhafteste Weise vorzunehmen. Ohne hier diese Mittel näher anzugeben, muß doch bemerkt werden, daß man durch sie schon einigemahle zu dem etwas auffallenden Resultate gelangte, daß es wohl auch Cometen geben könne, die nicht in Ellipsen, sondern in Hyperbeln sich um die Sonne bewegen, und also, da die Hyperbel keine geschlossene Linie ist, nicht mehr wieder kommen, sondern vielleicht von einer Sonne zur anderen wandern, und so ihre große Reise durch verschiedene Sonnensysteme fortsetzen. Ein solcher scheint der mit Genauigkeit berechnete Comet von 1771, und vielleicht auch der kleine von 1824 zu seyn, obschon es schwer ist, über diesen Gegenstand mit Bestimmtheit abzusprechen, da auch die Hyperbeln, wenn sie nicht zu weit ausgebreitete Aeste haben, in der Nähe ihrer Scheitel sich eben so genau an die Parabel anschließen, als sehr excentrische Ellipsen. Unsere Erde bewegt sich bekanntlich in ihrer Sonnennähe während einer Secunde durch 95800 Pariser Fuß. Nimmt man an, daß sie in diesem Punkte entstanden ist, so würde jede andere Geschwindigkeit, die nicht größer als 143200 Fuß in einer Secunde ist, ihre Bahn zu einer Ellipse, jede größere Geschwindigkeit aber zu einer Hyperbel gemacht haben (I. S. 211), und ähnliche Fälle haben wir a. a. O. für mehrere Planeten entwickelt. Es gibt also im Allgemeinen eben so viele gleich wahrscheinliche Ellipsen als Hyperbeln, in welchen sich ein Weltkörper um die Sonne bewegen kann. Nicht so verhält es sich mit den zwey anderen krummen Linien, welche zu den sogenannten

Kegelschnitten gezählt werden, der Parabel und dem Kreise, für welche es nicht mehr, wie für jene beyden unzählige, sondern nur einen einzigen bestimmten Fall gibt, in welchem sie entstehen können. Sollte z. B. die Erde, in jenem Punkte ihrer Bahn entstanden, eine Parabel beschreiben, so hätte ihre anfängliche Geschwindigkeit genau 143200 Fuß seyn müssen; und sollte sie einen Kreis beschreiben, so würde dazu die Geschwindigkeit von 94830 Fuß erfordert werden, so daß also die Parabel und der von Tycho vorgeschlagene Kreis unter allen Kegelschnitten bey weiten die unwahrscheinlichsten sind. Auffallender noch sind diese Unterschiede der anfänglichen Geschwindigkeiten bey sehr excentrischen Cometen. Wenn man dem großen Cometen von 1680 auch nur die nach früheren Berechnungen bestimmte, und wahrscheinlich viel zu kleine Umlaufszeit von 575 Jahren gibt, so folgt daraus, daß seine Geschwindigkeit im Perihelium 1655600 Par. Fuß, im Aphelium aber nur 78 Fuß in einer Secunde beträgt, indem er dort der Sonne 166mahl näher, und hier 138 entfernter ist, als die Erde. Im Perihelium wurde eine Geschwindigkeit von 1195700 Fuß seine Bahn zum Kreise, und eine von 1691800 Fuß zur Parabel gemacht haben; im Aphelium aber würde die Geschwindigkeit von 8210 Fuß den Kreis, und die von 11500 die Parabel hervorgebracht haben. Wäre er im Aphelium in völliger Ruhe gewesen, so würde er in gerader Linie, und in einer Zeit von 363 Jahren in die Sonne gestürzt seyn, also machte bloß die geringe Seitenbewegung von 78 Fuß in einer Secunde, daß er schon in 287½ Jahre seine Sonnennähe wieder erreichte. Eine Geschwindigkeit endlich, die im Perihelium die von 1691800 oder im Aphelium die von 11500 Fuß nur wenig übertrifft, würde die Bahn dieses Cometen zur Hyperbel gemacht, und ihn selbst mit der Zeit ganz aus unserem Sonnensysteme entfernt haben. — Im Allgemeinen sind also hyperbolische

Bahnen eben so gut möglich, als elliptische, aber es ist unendlich wahrscheinlicher, daß diejenigen Cometen, deren wir so viele in der Nähe der Sonne beobachten, nur solche sind, welche das Gebieth der Sonne nie verlassen, also sich in elliptischen Bahnen bewegen, als daß diese Körper, nachdem sie die Regionen entfernter Fixsterne durchlaufen haben, so häufig in unsere Nachbarschaft zurückkehren sollten, wozu noch kömmt, daß die Hyperbeln, physisch betrachtet, nicht so leicht möglich sind, als die Ellipsen, weil zu jenen eine weit größere Kraft, eine größere Geschwindigkeit gehört, während im Gegentheile auch schon die geringste Kraft, auch nur die noch so schwache Anziehung eines benachbarten Seitenkörpers hinlänglich ist, eine Ellipse hervorzubringen. (I. S. 215.) Wenn übrigens dieses Hinüberschiffen von einer Welt zur anderen in jenen hyperbolischen Bahnen für uns auf den ersten Blick eben so angenehm als instructiv erscheint, so mögen wir, um die Bewohner jener Himmelskörper nicht zu sehr zu beneiden, bedenken, daß die extremen Wechsel von Licht und Finsterniß, und von Hitze und Kälte unsere Freude wahrscheinlich etwas mäßigen würden, und daß durch diese anscheinende Annehmlichkeit der großen Reise selbst schon durch die noch viel größere darauf verwandte Zeit und die damit verbundene lange Weile vieles, wenn nicht alles, von ihren Reitzen verlieren würde. Der große Comet von 1811, den wir alle gesehen haben, hat eine Umlaufszeit von 3300 Jahren, und daher ist die große Axe seiner elliptischen Bahn nahe 220 mahl größer als der Durchmesser der Erdbahn; er braucht daher 1650 Jahre, um sich 8800 Meilen von der Sonne zu entfernen, und da er dann nur etwa erst den 200sten Theil der Entfernung zurückgelegt hat, in welcher sich der nächste Fixstern von uns befindet, so würde er in einer ähnlichen hyperbolischen Bahn viel über 300000 Jahre brauchen, um in die Nähe jenes Fixsterns zu gelangen, da die Schnellig-

keit seiner Bewegung immer mehr abnimmt, je mehr er sich von unserer Sonne entfernt, und erst dann wieder allmählig geschwinder zu werden anfängt, wenn er von der neuen Sonne stärker angezogen wird, als von der, deren näheren Wirkungskreis er seit so vielen Jahrtausenden verlassen hat.

Bey so großen Wanderungen auch nur derjenigen Cometen, welche sich in sehr excentrischen elliptischen Bahnen bewegen, und bey dem Durchkreuzen ihrer nach allen Richtungen vertheilten Wege, ist es wohl nicht zu vermeiden, daß sie nicht öfters sowohl sich selbst unter einander, als auch anderen Körpern des Himmels nahe kommen, und dadurch Störungen leiden, die viel größer sind als jene, welche z. B. die Planeten unter einander erfahren. Die letzten sind im Allgemeinen nur kleine Körper gegen jene Massen, die oft viele Millionen Meilen ausgedehnt sind, und die von der Sonne entfernteren Planeten sind durch eine merkwürdige Einrichtung unseres Systemes auch unter einander so sehr entfernt, daß ihre gegenseitigen Wirkungen auf einander, selbst bey der durch die größere Entfernung der Sonne nur schwachen Kraft der letzteren, doch nur ungemein klein seyn können, da im Gegentheile die Cometen anderen Körpern oft so nahe kommen, und von ihnen so große Störungen erfahren können, daß dadurch ihre Bahnen gänzliche Umänderungen leiden müssen. Der Halleysche Comet von 1682 ist schon fünfmahl beobachtet worden, allein wenn man diese Erscheinungen unter einander vergleicht, so findet man, daß die Zeit seines Umlaufs um die Sonne keineswegs beständig ist, wie man dieses bey allen Planeten beobachtet, sondern daß sie von 75 bis 76½ Jahr variirt, eine Aenderung, von welcher man durch Rechnung zeigen kann, daß sie vorzüglich in den Wirkungen Jupiters ihren Grund hat, welchen jener Comet schon öfters nahe vorbey gegangen ist. In der nächsten Erscheinung in dem Jahre 1835 wird er, wie Laplace

bemerkt hat, dem Uranus sehr nahe kommen, und von diesem großen Planeten ähnliche Störungen leiden. — Eine noch weit auffallendere Wirkung scheint Jupiter, dieser größte Planet unseres Sonnensystemes, auf den Cometen gehabt zu haben, der vom Juny bis October 1770 beobachtet worden ist. Die ersten Berechnungen dieser Beobachtungen zeigten, daß man sie durch eine Parabel durchaus nicht genügend darstellen konnte, und als man daher die elliptische Theorie auf ihn anwendete, kam man zu dem überraschenden Resultate, daß er sich in einer nicht sehr excentrischen Ellipse in nahe $5\frac{1}{2}$ Jahren um die Sonne bewege. Dabey blieb es aber ganz unerklärbar, warum man einen Cometen, der in einer so kurzen Zeit wieder zu uns zurückkehrt, weder früher einmahl gesehen hatte, und warum man ihn auch in der Folge vergebens erwartete. Endlich fand man durch Rechnung, daß dieser Comet, der in dem Jahre 1767 sehr nahe an Jupiter vorbeyging, durch die Anziehung dieses Planeten seine anfangs wahrscheinlich sehr excentrische Bahn in diese von $5\frac{1}{2}$ Jahr Umlaufszeit geändert hat, in welcher er auch ohne Zweifel in dem Jahre 1776 wo er im März seine Sonnennähe erreichte, wieder sichtbar geworden wäre, wenn er sich nicht gerade in der für diese Sichtbarkeit günstigsten Zeit fast genau hinter der Sonne befunden hätte, und uns daher von ihren Strahlen verdeckt geblieben wäre. Als er sich aber von da wieder von der Sonne entfernte, begegnete er in seiner neuen kleinen Ellipse im Jahre 1779 dem Jupiter zum zweytenmahle, und kam ihm so nahe, daß dieser seine Bahn abermahl änderte, und ihn zwang, eine neue Bahn anzunehmen, in welcher er, selbst wenn er der Sonne am nächsten ist, doch immer so weit von uns entfernt ist, daß wir ihn nie wieder sehen können, wenn nicht neue Zufälle seine gegenwärtige Bahn wieder ändern, und uns näher bringen. Dieser sonderbare Comet, der sich beynahe in der Ebene der Ekliptik

bewegte, kam auch mehreren anderen Planeten und selbst der Erde ungewöhnlich nahe, aber diese kleineren Planeten hatten nur einen geringen Einfluß auf seine Bewegung.

Aber wenn wir uns auch nach unserer menschenfreundlichen Weise wenig darum bekümmern, wie den armen Bewohnern eines solchen Cometen zu Muthe seyn mag, wenn ihr Weltkörper plötzlich aus seinem Kreise herausgerissen wird, so werden wir doch desto ernsthafter zu fragen wissen, was wir selbst, was unser liebes Ich zu hoffen und zu fürchten hat, wenn es einmahl einem Cometen einfallen sollte, uns zu nahe zu kommen. In der That sehen sie, wenn wir auch nur bey ihrer äußeren Ansicht stehen bleiben, zuweilen furchtbar genug aus, um auch den Beherztesten gerechte Besorgniß zu erwecken. Diejenigen, welche die jetzt lebenden Menschen gesehen haben, gehören alle noch zu den kleinen, selbst den von 1811 nicht ausgenommen, obschon er einer der größten unter denen war, welche seit einigen Generationen erschienen sind. Die Alten aber erzählen von mehreren Cometen, deren Kopf die scheinbare Größe der Sonne oder des Mondes hatte. Nach Seneka soll im Jahre 142 nach Chr. ein Comet erschienen seyn, der die Strahlen der aufgehenden Sonne verdunkelte; und der, welcher bey Cäsars Tode erschien, soll ein so helles Licht verbreitet haben, daß er selbst im Mittage noch deutlich zu sehen war. Die Cometen von 1577 und 1664 hatten Schweife, die über zwanzig Grade lang waren, und der Schweif des Cometen vom Jahre 1456 hatte einen sechzig Grade langen Schweif. Der große Comet von 1618, der zu Keplers Zeit erschien, hatte sogar einen Schweif, der sich über hundert Grade erstreckte, der also mehr als die Hälfte des uns sichtbaren Himmels einnahm, dessen Ende noch nicht aufgegangen war, wenn sein Kopf schon im Zenithe des Beobachters stand, und der um so furchtbarer aussehen mußte,

da dieser erstaunlich große Schweif gegen sein Ende nicht in eine Spitze auslief, sondern sich gleichsam fächerartig immer weiter ausbreitete. Der Comet von 1680 endlich war so groß, daß er, obschon er bald nach der Sonne unterging, doch die ganze Nacht durch einen Theil seines über 70 Grade langen und sehr breiten Schweifes über dem Horizonte zeigte. Solche Erscheinungen sind furchtbar genug, um die Besorgnisse zu erklären, mit welcher man diese Himmelskörper in allen Zeiten und bey allen Völkern betrachtet hat. Dazu erschienen öfters, wohl zufälliger Weise, größere Cometen zu solchen Zeiten, die sich durch blutige Kriege oder durch verheerende Krankheiten oder durch andere das Menschengeschlecht ängstigende Drangsale auszeichneten, so daß der Aberglaube finsterer Jahrhunderte diese Erscheinungen sehr leicht mit seiner Furcht vor allen ungewöhnlichen Ereignissen in Verbindung bringen, und sie als Vorbothen des göttlichen Zornes betrachten konnte, eine Voraussetzung, zu welcher ihre Gestalt einer Zuchtruthe gleichsam aufzufordern schien. So hat selbst erst in unseren Tagen ein Astronom die verschiedenen Erscheinungen des großen Cometen von 1680 mit den sie begleitenden Umständen der Menschengeschichte in Verbindung zu bringen gesucht, und es mag uns erlaubt seyn, hier das Vorzüglichste dieser Zusammenstellungen kurz zu wiederhohlen.

Da dieser Comet in dem Jahre 1680 so ungemein nahe bey der Sonne vorüberging, daß er die Oberfläche derselben beynahe berührte, so ist es wahrscheinlich, daß er bey jeder seiner Wiederkehrungen auch sehr nahe bey der Erde vorbeygehen, und daher den Bewohnern der letzten immer sehr groß erscheinen wird. Nimmt man nach Halleys Rechnung die Umlaufszeit dieses Cometen zu 575 bis 580 Jahren an, so fällt seine nächst vorhergehende Erscheinung in den Anfang des zwölften Jahrhunderts, eine allerdings für unsere

Vorfahren nicht sehr glückliche Epoche, da das deutsche Reich unter dem heftigen Kampfe zwischen Heinrich IV. und Gregor VII. einer gänzlichen Auflösung entgegen zu gehen schien. Wieder 575 Jahre früher fiel seine zweyte Erscheinung in die Zeit der Gründung des Islams durch Mohamed und in die der bewunderungswürdig schnellen Entwicklung des Kalifats. Verheerende Kriege, unter dem feurigen Schwerte der Araber und das gewöhnliche Gefolge großer Eroberungen, Noth, Hunger und eine verheerende Pest waren dieses Mahl die Begleiter des Cometen. Zum dritten Mahle erschien er bey dem Tode Cäsars, wo der größte der Feldherren, der die ganze damahls bekannte Welt in siebenzig glücklichen Schlachten unter sein Joch gebeugt hat, durch die Dolche seiner Freunde fiel. Die vierte fällt mit dem in der Geschichte berühmten Cometen der sibyllinischen Orakel zusammen, in das Jahr 630 vor Christi, wo die größte Stadt des Alterthums, Ninive, unter ihren eigenen Trümmern begraben wurde. Zum fünften Mahle erschien er um das Jahr 1210 vor unserer Zeitrechnung, wo er den in Aulis versammelten jugendlichen Helden Griechenlands leuchtete, um ihre Nebenbuhler in Asien mit einem Kriege zu überziehen, dessen Andenken in den unsterblichen Gesängen Homers noch leben wird, wenn die Gräuel neuerer Kriege längst schon einer verdienten Vergessenheit übergeben seyn werden. Zum sechsten Mahle kam er in der Zeit der großen Ueberschwemmung des Ogyges, die er vielleicht selbst veranlaßt hat. Seine siebente und letzte Erscheinung endlich fiel in die Periode von 2400 v. Christi, in welche die meisten Chronologen die große Sündfluth setzen, deren wahrscheinliche Spuren wir noch jetzt, nach 4000 Jahren, überall erblicken. — Auch der berühmte Halleysche Comet, den die ältesten meiner Leser im Jahre 1759 gesehen haben, soll bey seinen früheren Erscheinungen von ähnlichen Unglücksfällen begleitet gewesen seyn. Halley

beobachtete und berechnete ihn in dem Jahre 1682, und schon in dem darauf folgenden belagerte Kara Mustapha die Hauptstadt des deutschen Kaiserthumes, und beschloß durch seine Flucht wahrscheinlich für immer die früher nur zu oft versuchten Einfälle dieser Barbaren in die Staaten ihrer Nachbarn. Bey seiner dritten Erscheinung im Jahre 1607 war er der Vorbothe des dreyßigjährigen Krieges. Das vierte Mahl kam er 1531 zur Zeit des Smalkaldischen Bundes; nicht als Friedenszeichen endlich erschien er das fünfte- und letzte Mahl im Jahre 1456, denn nur kurz zuvor hatte Mohamed II. die griechische Kaiserstadt geplündert, dadurch dem morgenländischen christlichem Reiche ein Ende gemacht, und bereitete sich nun vor, auch den Westen von Europa mit seinen wüthenden Schaaren zu überziehen. Die Bewohner Europas wurden zur Vorbereitung für das über sie hereinbrechende Unglück bereits einige Jahre von einer verheerenden Krankheit geängstiget, die in den Chroniken jener Zeit dem Todesengel der Apocalypse verglichen wurde, und um dem von allen Seiten hereinstürzenden Unheile zu wehren, verordnete Calixtus öffentliche Umgänge und Gebethe, in welchen der Comet zugleich mit den Türken, beyde als Abkömmlinge der Hölle, verwünscht wurden. — Es würde nicht schwer seyn, auch von anderen Cometen noch ähnliche Beyspiele anzuführen. Da es am Himmel weder an Cometen, noch auf der Erde an Kriegen fehlt, so werden Zusammenstellungen dieser Art sich in Menge gleichsam von selbst anbiethen, aber sie werden bey einer näheren Betrachtung ihr Wunderbares verlieren, wenn man z. B. bey dem ersten Cometen von 1680 bemerkt, daß Halley sich in seiner Rechnung geirrt hat, und daß er nicht 575, sondern volle 8800 Jahre braucht, um wieder zu uns zurück zu kehren, daß er also vor dem Jahre 1680 wahrscheinlich nie von den Bewohnern der Erde gesehen worden ist, indem seine vorletzte Erscheinung gegen

5000 Jahre vor der Sündfluth statt hatte, also zu einer Zeit, von welcher in unserer Menschengeschichte auch nicht die leiseste Spur angetroffen wird. Und eben so wenig dürfen wir wohl auch für das Schicksal unserer spätesten Enkel besorgt seyn, da seine nächstfolgende Erscheinung erst in etwa 8000 Jahren statt haben wird, in einer Zeit, um welche es vielleicht um die Menschengeschichte nicht minder mißlich aussehen wird, als dieß bey seiner vorletzten Erscheinung der Fall gewesen ist.

Ohne uns indessen länger bey jenen geschichtlichen Zusammenstellungen aufzuhalten, mag es doch interessant seyn, zu untersuchen, welche Folgen die Annäherung so großer Körper an die Erde für die letzte wahrscheinlich nach sich ziehen würde. Es scheint, als ob eine bloße, selbst beträchtliche Annäherung wohl lange nicht alle die entsetzlichen Wirkungen äußern könnte, welche uns z. B. Lalande glauben machen wollte, weil die Cometen beynahe alle eine so geringe Masse haben, und überdieß, wenn sie der Erde nahe kommen, so äußerst schnell bey ihr vorübergehen, daß sie nicht wohl sehr verderbliche Einflüsse auf sie äußern können. Der oben erwähnte räthselhafte Comet von 1770 ging dem Jupiter so nahe vorbey, daß er seinen Weg mitten durch das System seiner Monde nahm, und doch bemerkte man keine Störung, die er an diesen vier kleinen Körpern hervorgebracht hätte. Um diese Einwirkungen der Cometen auf die Erde näher zu untersuchen, suchte L. Euler (Comment. Petrop. 1774) die Störungen derselben durch einen Cometen zu berechnen, dessen Masse gleich jener der Erde ist, und er fand auch diese nur unbeträchtlich. Eine so große Masse aber haben gewiß nur die wenigsten Cometen, daher ihre Störungen auch noch viel geringer seyn müssen. Duséjour, der diesen Gegenstand in einem eigenen Werke näher untersuchte, (Essai sur les comètes) fand, daß ein solcher

der Erde an Masse gleicher Comet, wenn er sich derselben auf 8000 deutschen Meilen nähert, die Schiefe der Ekliptik um 2° 40′ ändern und unser gegenwärtiges Jahr um volle zwey Tage und zehn Stunden vergrößern würde. Wir sind aber gewiß, daß die Schiefe der Ekliptik seit den ältesten Beobachtungen, die wir kennen, nicht gewaltsam geändert worden ist, und daß eben so die Länge des siderischen Jahres keine merkliche Aenderung erlitten hat, obschon in dieser langen Periode so mancher Comet nahe bey der Erde vorüber gegangen ist, zum Beweise, daß die Massen dieser Körper viel kleiner, als die der Erde seyn müssen. (I. S. 398) Jener Comet von 1770, der durch das Satellitensystem Jupiters ging, ohne sie zu stören, ging auch bey der Erde so nahe vorbey, daß er an dem 1. Julius dieses Jahres nur sechs Mahl weiter als der Mond von uns entfernt war, und daß er, wenn er eine der Erde gleiche Masse gehabt hätte, unser Jahr beynahe um volle drey Stunden vergrößert haben würde. Da er aber, genauen Beobachtungen zu Folge dieses Jahr gewiß nicht um zwey Secunden geändert hat, so kann seine Masse noch nicht den 5000sten Theil der Erde betragen. So geringe Massen aber würden, selbst wenn sie der Erde noch näher kämen, jene Verwüstungen und jene alles überschwemmenden Fluthen nicht hervorbringen können, von welchen die aufgeregte Phantasie Lalandes geträumt hat, da die Dunsthülle dieser Körper, wie wir oben gesehen haben, so ungemein locker ist, daß sie kaum mit unseren Luftarten verglichen werden kann, und da vielleicht die Erde mitten durch eine solche Hülle gehen kann, und wohl auch schon öfters gegangen ist, ohne daß wir es auch nur bemerkt haben.

Aber was eine bloße Annäherung dieser Körper nicht bewirken kann, würde desto mehr von einem Zusammenstoße eines Cometen mit der Erde zu befürchten seyn, und hier ist es wohl nicht zu läugnen, daß die Folgen eines

solchen Conflictes für uns höchst traurig ausfallen würden. Wenn man die in der That entsetzliche Geschwindigkeit bedeckt, mit welcher diese Körper in der Nähe der Sonne sich bewegen (der Comet von 1680 durchlief in seinem Perihelium in einer Secunde über 73 deutsche Meilen, also 18mahl mehr als die Erde in ihre Bahn oder nahe 2645 mehr als eine Kanonenkugel) so würde ein Zusammenstoß seines vielleicht festen Kernes mit der Erde leicht die gänzliche Zertrümmerung beyder Körper zur Folge haben können, besonders wenn sie sich mit entgegengesetzter Geschwindigkeit und in einer auf ihre Oberflächen senkrechten Richtung bewegen. Ja selbst dann, wenn der Stoß in einer schiefen Richtung erfolgt, würden die Folgen für uns noch immer sehr nachtheilig seyn können. Ein solcher Stoß wird die Lage der Erdaxe verändern, und vielleicht die Gegenden unserer Pole, die jetzt unter ewigem Eise begraben liegen, zu unseren Tropenländern umschaffen; auch die Zeit der Umdrehung der Erde würde geändert und unser Tag mehrere Stunden größer oder kleiner werden; die Gewässer des Oceans würden aus ihrem Gestade treten, die höchsten Gebirge mit ihren Fluthen bedecken, und sich mit ungestümer Wuth gegen den neuen Aequator hinstürzen; ein großer Theil der Menschen und Thiere würde in dieser allgemeinen Ueberschwemmung ihren Tod finden, ganze Geschlechter derselben erlöschen, alle Denkmähler des menschlichen Kunstfleißes untergehen, und die Erde überall das Bild eines weit offenen Grabes darbiethen. Die wenigen Menschen, die der allgemeinen Catastrophe entrinnen, dieses neue, vielleicht nur auf einige Individuen beschränkte Geschlecht würde in dem bedauernswürdigsten Zustand versetzt, wieder zu ihrer ursprünglichen Wildheit zurückkehren, und Jahrhunderte durch nur mit der Erhaltung ihrer Existenz beschäftiget, alle Empfänglichkeit und selbst das Andenken an Künste und Wissenschaften gänzlich verlieren, und

wenn endlich, nach mehreren Jahrhunderten diese höheren Bedürfnisse durch die Fortschritte der Cultur wieder fühlbar werden, alles wieder von vorne anfangen müssen. Die späten Nachkommen dieser unglücklichen Entronnenen würden dann staunend die Ueberreste einer früheren Cultur bewundern, von welchen ihnen ihre Geschichte nun dunkle und unverständliche Sagen überliefert, und sie würden sich nicht erklären können, wie die Gipfel ihrer höchsten Gebirge unverkennbare Spuren des sie in der Vorzeit bedeckenden Oceans tragen, und wie die Pflanzen und Thiere des neuen Südens in den Eisfeldern des Nordens, wo sie ihre Reste und Eindrücke zurückgelassen haben, leben und wohnen konnten. — Deuten aber nicht ganz ähnliche Erscheinungen, die wir selbst in so großer Anzahl rund um uns erblicken, an, daß wir jetzt selbst in einer ähnlichen Lage sind, und daß dieses große Trauerspiel auf der Oberfläche unserer Erde in der grauen Vorzeit schon einmahl, und vielleicht schon mehr als einmahl aufgeführt worden ist, und daß es auch wohl in der Folgezeit an Wiederhohlungen nicht fehlen wird? Wenn man die Verwüstungen betrachtet, welche das Weltmeer zu einer Zeit, in welche selbst unsere fabelhafte Geschichte nicht mehr reicht, auf der Erde verursacht hat, und von welchen wir auch jetzt noch die unzweydeutigsten Spuren auf den höchsten Bergen erblicken, so kann man sich der Meinung kaum entziehen, daß unsere Erde eine ähnliche Catastrophe bereits erlitten habe, und warum sollte sie selbe nicht auch künftig wieder erleiden können? Warum sollte sie nicht selbst nach dem Rathschlusse desjenigen, aus dessen schaffender Hand sie hervorging, durch einen solchen oder ähnlichen Unfall wieder in ihr Nichts zurückkehren können? Dürfen wir uns vermessen, seine Absichten zu durchdringen oder seinem Willen unsere menschlichen Ansichten unterzulegen, bloß weil diese uns mehr zu sagen, während sie vielleicht mit dem Zwecke

des Ganzen in geradem Widerspruche stehen? Warum sollte nicht auch diese unsere Erde, dieser Tropfen in dem unendlichen Weltmeere, eben so wie die Pflanzen und die Thiere auf ihrer Oberfläche, alt werden, und abblühen können, oder, wenn sie ihre gegenwärtige Bestimmung erreicht hat, ihre Organisation ändern, um neuen, vielleicht vollkommneren Geschlechtern Platz zu machen, wenn die große Erziehung ihrer gegenwärtigen Bewohner einmahl vollendet und alle physische und moralische Kraft derselben einmahl völlig entwickelt und erschöpft seyn wird. — Wie es aber auch mit diesen Veränderungen aussehen mag, uns ist es genug zu wissen, daß man während der kurzen Dauer eines Menschenlebens keine gegründete Besorgniß hegen darf, und daß es unnütz und selbst thöricht ist, vor einem Ereignisse zu zittern, welches wir nicht voraussehen, und wenn es eintritt, nicht abwenden können.

Noch vor zehn Jahren kannte man außer dem schon mehrmahl erschienenen Halley'schen keinen anderen Cometen, dessen Umlaufszeit man mit Gewißheit angeben konnte. Ein zweyter, dessen Wiederkehr man voraussagen wollte, ist der von 1661, dessen Elemente mit dem von 1532 nahe übereinstimmen, und dessen Umlaufszeit daher 129 Jahre betragen sollte. Da man ihn aber um das Jahr 1790 vergeblich erwartete, so ist die Identität dieser beyden Cometen noch unerwiesen. Ein dritter ist der von 1556, welcher mit jenem von 1264 einerley seyn, also eine Umlaufszeit von 292 Jahren haben sollte. Allein die Beobachtungen desselben, vorzüglich die aus der ersten Epoche, sind so ungewiß, daß man sich nicht darauf verlassen und beynahe nichts Bestimmtes daraus ableiten kann.—Seit dem Jahre 1682 konnte man also bloß von einem einzigen Cometen die Wiederkehr genau angeben, und alle anderen Bestimmungen dieser Art waren bloße Vermuthungen und unerwiesene Hypothesen. In

dem Jahre 1815 aber erschien ein kleiner, unansehnlicher Comet, den Olbers den 6. März d. J. entdeckte, und auch der erste aus seinen Beobachtungen erkannte, daß die Umlaufszeit desselben nahe 75 Jahre betrage. Sein größter Abstand von der Sonne hat 34, und der des Halley'schen 36 Halbmesser der Erdbahn, und der mittlere Abstand (oder die halbe große Axe) beyder ist kleiner als der Halbmesser der Uranusbahn. Keiner von beyden kann den größeren Planeten unseres Systemes je so nahe kommen, um eine große Aenderung ihrer Elemente befürchten zu lassen. Auffallend ist es aber, daß unter den früher beobachteten Cometen keiner gefunden wird, der mit dem von Olbers entdeckten identisch seyn könnte.

Den 26. November 1818 entdeckte der berühmte Cometensucher Pons in Marseille einen anderen kleinen Cometen, an welchem zuerst Encke durch Rechnung erkannte, daß er sich in der für Cometen äußerst kurzen Zeit von 1208 Tagen (nahe $3\frac{3}{10}$ Jahr) um die Sonne bewege, ein Resultat, welches nicht mehr bezweifelt werden kann, da man bald darauf fand, daß er früher bereits dreymahl, in den Jahren 1786, 1795 und 1805 beobachtet worden ist; auch hat man ihn 1822 bey seiner fünften Erscheinung, wenigstens auf der südlichen Hälfte der Erde wieder und an dem Orte gesehen, welchen die Theorie voraus bestimmte. Auch dieser merkwürdige Comet wird nie einem unserer Planeten so nahe kommen, um von ihnen bedeutende Aenderungen seiner Elemente zu leiden, den Merkur etwa ausgenommen, dem er sich, obschon nur selten, bis auf 360000 d. Meilen nähern, und vielleicht eben dadurch unsern spätern Nachkommen ein sicheres Mittel geben wird, die uns noch völlig unbekannte Masse Merkurs zu bestimmen. Während der von Halley oder der von Olbers entdeckte Comet von nur einem kleinen Theile der Astronomen, und nur einmahl in ihrem Leben beobachtet

werden kann, wird uns der von Pons gefundene Comet nach Encke einigermaßen für diesen Verlust entschädigen, und der Astronomie häufige Gelegenheit geben, ihre hohe Vollkommenheit dadurch zu beweisen, daß sie den Himmelskörpern, auch wenn sie Jahrelang unseren Augen entzogen bleiben, doch den Punkt genau anweisen kann, wo sie uns wieder erscheinen müssen, so wie uns wahrscheinlich dieser Comet ein schon so lange gewünschtes Mittel darbiethen wird, das eigentliche Wesen, und den räthselhaften inneren Bau dieser Himmelskörper näher kennen zu lernen. Das letztemahl, im May 1822, war er seiner zu südlichen Lage wegen für die Bewohner unserer nördlichen Hemisphäre nicht sichtbar, aber Rümker beobachtete ihn in der neu errichteten Sternwarte zu Paramatta in Neuholland, wo er selbst den bloßen Augen sehr gut sichtbar war. Bey seiner nächsten Erscheinung im August 1825 werden wir ihn, obwohl schwach, wieder sehen, aber sehr gut wird er in seiner nächstfolgenden Wiederkehr zu Ende des Jahres 1828 sichtbar seyn. Seine Elemente scheinen regelmäßigen, mit der Zeit fortgehenden Aenderungen unterworfen zu seyn, und Encke glaubt mit viel Wahrscheinlichkeit die Ursache davon in dem Widerstande zu finden, welchen der Aether oder irgend eine im Weltraume zerstreute Materie der Bewegung der Cometen entgegen setzt. Ein solcher Widerstand würde nach der Theorie eine Verkürzung der großen Axe, also eine Beschleunigung der mittleren Bewegung, und eine Verminderung der Excentricität hervorbringen, während Knoten und Neigung der Bahn unverändert bleiben, Erscheinungen, die in der That bey diesem Cometen statt zu haben scheinen. Zwar hat man die Folgen eines solchen Widerstandes bey den Planeten noch nicht bemerkt, und daher auch die Hypothese eines in den Räumen des Himmels verbreiteten Aethers als unstatthaft verworfen; allein, was bey den festen, dichten und kleinen Pla-

neten unmerklich ist, kann bey diesen so lockeren und vielleicht tausendmahl größeren Körpern wohl bemerkbar werden. Wie dem auch seyn mag, man wird in der Folge wahrscheinlich nicht geringe Schwierigkeiten finden, die Wirkungen eines solchen Widerstandes mit Genauigkeit zu bestimmen. Wenigstens werden uns diese drey Cometen, deren Umlaufszeit wir kennen, und besonders der letzte, wenn wir erst mehrere Erscheinungen desselben beobachtet haben werden, über die Natur, und die innere Organisation dieser sonderbaren Körper, und vielleicht auch noch über andere, uns noch ganz unbekannte Eigenschaften unseres Sonnensystemes Aufschlüsse geben können, die wir wohl auf anderen Wegen vergebens erwarten würden. So scheint bereits der zweyte von Olbers gefundene Comet nach einer sehr sinnreichen Bemerkung seines Entdeckers zu beweisen, daß es jenseits des Uranus keinen Planeten mehr gibt, und daß also mit ihm die Reihe dieser Art von Himmelskörpern in unserem Sonnensysteme als geschlossen zu betrachten ist. Denn wenn man von der bekannten Progression der Planetenabstände (S. 101) ausgeht, so findet man, daß der dem Uranus nächstfolgende Planet nahe doppelt so weit als Uranus von der Sonne entfernt seyn, und daß daher die Sonnenferne des Halleyschen und Olberschen Cometen noch weit diesseits der Bahn jenes neuen Planeten liegen müßte. Wir werden aber im (XIII) Capitel sehen, daß es einen allgemeinen Grund geben muß, welcher bey allen Planeten die ihnen gemeinschaftliche Richtung von West nach Ost, so wie die ihnen allen zukommenden nahe kreisförmigen Bahnen, und die sämmtlich sehr kleinen Neigungen dieser Bahnen gegen die Ekliptik hervorgebracht hat, und daß diese Ursache es wahrscheinlich ist, welche den Planeten selbst ihre Entstehung gegeben hat. Diese Ursache mag nun in einer, zur Zeit der Entstehung des Planetensystems bis zu seinen äußersten Gränzen ausgedehn-

ten Sonnenatmosphäre, oder in irgend einem anderen uns unbekannten Agens bestanden haben, so folgt doch immer daraus, daß innerhalb ihrer Wirkungssphäre keine Bahnen entstehen oder fortdauern konnten, die so sehr excentrisch sind, als jene beyden Cometenbahnen, wovon überdieß die eine über 44 Grade gegen die Ekliptik geneigt ist, und die andere sogar mit einer rückläufigen Bewegung von Ost nach West beschreiben wird. Es ist daher äußerst wahrscheinlich, daß diese beyden Cometen damahls außer der Wirkungssphäre, in welcher allein Planeten entstehen konnten, sich befunden haben, oder mit andern Worten, daß es jenseits des Uranus keinen Planeten mehr geben kann. — Die Fig. 6 zeigt die Bahnen der drey Cometen von Halley, Olbers und Pons, deren Umlaufszeit uns bekannt ist, und einen Theil der sehr excentrischen Bahn des großen Cometen von 1680.

Man hat, selbst in den neueren Zeiten, die Meinung geäußert, daß die Cometen keine permanenten Körper des Himmels sind, sondern durch bloße Anhäufung der in dem Weltraume zerstreuten Materie entstehen, und durch ihre Ausbreitung dieser Materie besonders in ihrer Sonnennähe wieder eben so allmählig vergehen. Es scheint allerdings, daß die Cometen um so mehr an Masse verlieren müssen, je größer und schöner ihr Schweif ist, aber eben so gut könnte ja auch, nach irgend einem uns noch unbekannten Naturgesetze, diese Materie wieder zu ihm zurückkehren, oder doch der Verlust auf irgend eine andere Art wieder ersetzt werden. Die Constaneität der Elemente dieser Körper während ihren oft Monathe langen Erscheinungen, und besonders die schon so oft beobachtete Wiederkehr jener drey bekannten Cometen scheint mit der angegebenen Vergänglichkeit derselben im Widerspruche zu stehen. Nach Herschels Hypothese gibt es außer den zu kugelförmigen Weltkörpern vereinigten festen Massen

noch eine äußerst lockere zerstreute Materie, die uns in unregelmäßigen, sehr ausgedehnten Formen unter der Gestalt der Nebelflecke am Himmel erscheint. Wenn sich diesen ein Comet nähert, so zieht er, nach Herschel, die Nebelmasse desselben an sich; aber wenn sich später der Comet in seinem Laufe der Sonne nähert, so sucht sich diese fremde Masse, welche die starke Annäherung zur Sonne nicht ertragen kann, durch die Wärme oder irgend eine andere Kraft der Sonne wieder von dem Cometen, auf dem Wege zu entfernen, welche die Form des Schweifes andeutet. Bey dieser Hypothese könnten die Cometen im Allgemeinen gar wohl beständige Körper seyn, deren eigentlicher Kern unzerstört bliebe, und deren Veränderungen nur jene ihnen selbst fremdartigen Stoffe beträfe. Daraus ließe sich zugleich erklären, warum die Gestalt dieser Körper, bey ihren verschiedenen Erscheinungen, so selten dieselbe ist, indem die Größe und Stärke seines Schweifes von der bey der vorigen Sonnennähe noch übrig gebliebenen, und von den seit derselben wieder neu aufgenommenen flüchtigen Stoffen abhängt, welchen er auf seiner weiten Reise begegnet.

Auf die so oft aufgeworfene Frage ob die Cometen auch bewohnt sind, wird man wohl keine bestimmte Antwort erwarten. — Daß die Wesen, welche dort leben mögen, von den Bewohnern dieser Erde sehr verschieden seyn müssen, ist für sich klar. Es ist möglich, daß die ungemein zarten Stoffe, aus welchen diese Himmelskörper gewebt sind, auch anderen ebenfalls viel feineren geistigen Kräften zur Hülle und zum Verbindungsmittel mit der sie umgebenden Welt dienen. Vielleicht sind aus eben der Ursache ihre Geister an intellectueller Kraft uns weit überlegen, weil sie sich in ihren ätherischen Körpern freyer bewegen können. Allerdings müßten sie, wenn sie anders noch sich ihres Lebens freuen wollen, eine von der unseren ganz verschiedene körperliche Constitu-

tion haben, und z. B. für Wärme und Kälte weit weniger empfindlich seyn, weil ihre Sommer und Winter auf eine Art verschieden sind, von welcher sich auch wohl unsere lebhafteste Einbildungskraft keinen ganz angemessenen Begriff machen kann. Der große, schon öfter erwähnte Comet von 1680 kam in seinem Perihelium der Sonne so nahe, daß nach Newtons allerdings etwas unzuverläßlichen Berechnungen die Hitze, welche er von der Sonne litt, die gewöhnliche Sommerwärme der Erde 26000mahl, die des kochenden Wassers 9000 und selbst die des weißglühenden Eisens noch 2000mahl übertraf, während er wieder nach einem halben seiner Jahre, in seiner Sonnenferne einer Kälte ausgesetzt ist, bey welcher nicht nur unsere tiefsten Meere bis an den Grund, sondern bey welcher selbst die uns umgebende Luft zu einem festen Körper gefrieren müßte. Dort sahen die Bewohner dieses Cometen den Sonnendurchmesser unter einem Winkel von 94 Graden, so daß ihnen die Sonne mehr als die Hälfte des sichtbaren Himmels bedeckte, und hier, in dem Aphelium, erschien ihnen dieselbe Sonne nur mehr wie ein kleiner Stern unter dem Winkel von zwey Secunden. Welche Augen müssen es seyn, die ohne Schmerz jenes blendende Licht der Sonne zu einer Zeit ertragen, wo ein einziger Blick schon unsere Augen nicht nur blenden, sondern sogleich in Asche verwandeln würde, während sie wieder in einer Finsterniß, in einer beynahe völligen Abwesenheit des Lichtes, gegen welche unsere schwärzesten Nächte nur Dämmerungen seyn mögen, doch noch sehen, und die Gegenstände um sich erkennen können.

Uebrigens sind vielleicht alle diese Extreme nur scheinbare, und die Natur, deren Reichthum und Mannigfaltigkeit wir auf Erden zu bewundern schon so oft Gelegenheit haben, wird auch dort Mittel gefunden haben, die Hindernisse zu besiegen, oder ihnen in der Organisation ihrer

Geschöpfe entgegen zu arbeiten. Ein solches Mittel könnte z. B. die ungemeine Geschwindigkeit seyn, mit welcher die Cometen sich bewegen, wenn sie einmahl dem Feuerherde der Sonne näher kommen, so daß diese gleichsam keine Zeit mehr hat, ihre volle Wirkung auf den bedrohten Cometen zu äußern. Der Comet von 1680, welcher der Sonne so nahe kam, daß er nur 34400 d. Meilen von ihrer Oberfläche entfernt war, bewegte sich in seiner größten Nähe so schnell, daß er aus dem Mittelpunkte der Sonne gesehen in einer Stunde schon volle 118 Grade am Himmel zurücklegte, daß er drey Stunden nach seinem Durchgange durch das Perihelium schon viermahl, und eilf Stunden später schon zehnmahl weiter, als in dem Perihelium, von der Sonne entfernt, und also schon hier allen Gefahren des Verbrennens beynahe gänzlich entgangen war. Dagegen bewegt er sich aber auch in seiner Sonnenferne so langsam, daß er uns, wenn wir ihn in dieser Distanz noch sehen könnten, viele Monathe völlig still zu stehen scheinen würde, indem er 1840 Tage braucht, um seinen scheinbaren Ort für die Bewohner der Erde nur um eine einzige Secunde, d. h. um einen Raum zu verändern, den man schon mit den zehnten oder zwölften Theil eines Menschenhaares bedecken kann. Ferner ist es bekanntlich nicht sowohl die Nähe der Sonne, welche auf die Temperatur vorzüglich einwirkt, als vielmehr die Empfänglichkeit der Körper für die Wärme, und diese mag bey den Cometen eine vielleicht sehr veränderliche, oder doch eine von jener der Erde ganz verschiedene seyn. Wenn der oben erwähnte Comet ein unserer Erde ähnlicher Körper gewesen wäre, so würde er ohne Zweifel in seiner Sonnennähe verbrannt und ganz zerstört worden seyn, da er doch gleich nach seinem Durchgange durch das Perihelium dunkler als vorher erschien, und keine Spur von einer erlittenen gewaltsamen Veränderung zeigte. Auf den Gipfeln unserer hohen Berge,

wo so wenig Gegenstände die Strahlen der Sonne reflectiren, und wo die Atmosphäre bereits so dünne ist, daß sie die Wärme nicht mehr sammeln kann, herrscht bekanntlich eine sehr empfindliche Kälte, daher die von der Sonne weiter entfernten Planeten mit dichteren Atmosphären umgeben sind, mit winterlichen Hüllen, welche sie vor der erstarrenden Kälte schützen, und ihre eigene innere Wärme besser beysammen halten; daher wahrscheinlich auch das weite, schützende Gewand der Cometen, welches für die großen Reisen dieser Weltkörper so zweckmäßig eingerichtet ist, daß es sie zugleich vor den Extremen der Kälte, so wie vor jener der Hitze bewahrt. Wenn sie hinaufsteigen aus ihren beeisten Steppen in die wärmeren Regionen der Sonne, so lüften sie dieses Gewand und breiten ihren Mantel weit um sich aus, um in ihren Schatten wie unter einem Sonnenschirm zu reisen, und um desto mehr Sonnenstrahlen damit aufzufangen, und ihn gleichsam recht durchwärmen zu lassen: wenn sie aber dann von der allgemeinen Quelle des Lichtes und der Wärme sich wieder entfernen, so ziehen sie das schützende Gewand allmählig näher an, und schlagen endlich ihren Pelz dicht um sich zusammen, um so wohl verwahrt und gut versichert wieder in ihre winterlichen Tiefen sich herabzulassen.

In dieser allmählichen Ausbreitung und Zusammenziehung jener Umgebung scheint die Natur selbst das wirksamste Mittel gegen die Extreme der Temperatur gefunden zu haben, welchen diese Körper auf ihren großen Reisen ausgesetzt sind. Denn dieser Nebel kann wohl nichts anderes, als eine Auflösung der sie umgebenden Materie seyn, welche bey der Annäherung der Cometen an die Sonne durch die größere Hitze hervorgebracht wird. Es ist aber bekannt, daß bey dem Uebergange eines festen Körpers in einen flüssigen, so wie bey dem Uebergange eines flüssigen in einen luftförmigen Zustand immer eine große Menge Wärme von dem festen

Körper absortirt wird, welche daher für die Umgebungen desselben verloren geht, weil er sie gleichsam selbst zu jenen beyden gewaltsamen Aenderungen seiner innern Organisation verbraucht. Das Gegentheil wird bey dem Uebergange der Körper aus dem luftförmigen in den tropfbaren, oder aus dem letzten in den festen Zustand bemerkt, wo wieder eine große Menge Wärme, die anfangs in den Körper latent war, und die eben zur Erhaltung des flüssigen Zustandes desselben nothwendig war, durch diesen Uebergang in den festeren Zustand frey wird, wodurch auf der Oberfläche der Körper eine höhere Temperatur entwickelt, und den zunächst liegenden Körpern mitgetheilt wird. Diese doppelte merkwürdige Erscheinung wird von einer Menge der alltäglichsten Erfahrungen bestätiget.

So wird im Sommer die Hitze unserer Wohnzimmer durch das Verdünsten des aufgespritzten Wassers gemildert; das zum Verkaufen auf der Straße ausgelegte Obst durch dasselbe Mittel frisch erhalten; so belegen die Schnitter ihre Wasserkrüge mit feuchten Tüchern, wozu man in Aegypten noch vortheilhafter Trinkgefäße von sehr porösem Thone benützt, durch welche das Wasser dringt, und an der Außenseite stark verdünstet, daher das unangenehme Gefühl von Kälte, wenn man aus dem Bade steigt; daher endlich das Ausdauern der Menschen in den verschiedenen Himmelsstrichen, indem die größere Hitze bloß durch das dadurch vermehrte Ausdünsten wieder gemildert, und die innere Temperatur des Körpers nahe auf demselben Grade erhalten wird, so daß es den bekannten Naturforschern Banks und Solander möglich war, volle acht Minuten in einem Ofen zu verbleiben, in welchem das Thermometer zwanzig Grade R. über den Siedepunkt stand. Wenn also, wie es sehr wahrscheinlich ist, der die Cometen umgebende Nebel bloß das Resultat ihrer Verdünstung durch erhöhte Temperatur ist, so

muß auch durch dieselbe Verdünstung eine große Kühle erzeugt werden, wodurch die auf den Cometen wegen der großen Sonnennähe herrschende Hitze bedeutend gemildert wird, so wie wieder im Gegentheile die ungemeine Condensation dieser luftförmigen Körper in ihren Sonnenfernen eine Menge von Wärme erzeugen muß, wodurch die durch die zu große Entfernung von der Sonne hervorgebrachte Kälte wieder vernichtet wird, und es ist nicht unmöglich, daß die Bewohner dieser Gestirne vielleicht über Kälte klagen, wenn wir sie von der Gluth der nahen Sonne schon verbrannt glauben, und daß sie sich auf der Oberfläche ihres Wohnortes der Hitze nicht erwehren können, während wir sie vor Kälte erstarren lassen.

Aber gesetzt auch, daß wir unter jener Hülle, unter welcher jene vielleicht sehr glücklich sind, nicht ganz nach Wunsche leben könnten, — was geht das uns, und was jene an, die vielleicht mit demselben Rechte sich eben so wenig an unsere Stelle zu wünschen Ursache haben. Wenn wir dort zu verbrennen oder zu erfrieren befürchten, so haben sie vielleicht nicht einmahl ein Gefühl für das, was wir Wärme und Kälte nennen; und wenn wir dort bald von dem zu hellen Sonnenlichte, bald wieder von einer ganz lichtlosen Nacht geblendet werden würden, oder wenn wir in der Millionen von Meilen sich ausdehnenden und dann wieder zu einem festen Körper sich zusammenziehenden Atmosphäre nicht mehr leben könnten, so haben sie vielleicht weder Augen, noch Lungen, aber dafür andere Sinne und Werkzeuge, von welchen wir uns gar keinen Begriff machen können, die ihnen aber jenen Mangel mehr als hinreichend ersetzen. Wir dürfen uns nicht erlauben, die ganze große Welt nach unserem kleinen Wohnorte einrichten, oder beurtheilen zu wollen, und nicht nur unsere Sinne und unseren Verstand, sondern auch unsere Leidenschaften und Vorurtheile zum Maßstabe des

Ganzen zu machen, eine Anmaßung, von welcher wir uns immer desto mehr entfernen werden, je mehr wir unsere Kenntnisse der Natur erweitern.

Zwölftes Capitel.

Größe des Weltsystemes.

Ehe wir unser Planetensystem gänzlich verlassen, um uns in die ungemessenen Räume zu erheben, die dasselbe von allen Seiten umgeben, wollen wir noch einen Blick auf den bisher zurückgelegten Weg werfen, um das ganze System, dessen einzelne Theile wir bisher kennen gelernt haben, im Zusammenhange zu übersehen. Die sechste von Schubert entlehnte Figur zeigt alle bisher bekannten Planetenbahnen im wahren Verhältnisse ihrer Größe und Lage, wo die eine mit blassen Punkten bezeichnete Hälfte jeder Bahn unter der Ekliptik liegt. Zur Vergleichung sind vier Cometenbahnen beygefügt, die sehr excentrische des Cometen von 1680, und die des von Halley, Olbers und Pons entdeckten Cometen, welches letzten Excentricität und kurze Umlaufszeit Encke zuerst gefunden hat. (Cap. XI.) Die Kreise oder Punkte endlich, welche auf jeder Bahn neben den Zeichen des Planeten stehen, stellen die verhältnißmäßige Größe ihrer Scheiben, so genau es der kleine Maßstab der Zeichnung erlaubt, zur Größe der Sonnenscheibe vor, welche letztere hier durch den äußersten Kreis ♈ ♎ ♋ ♑ angezeigt ist.

Nach dem Vorhergehenden ist die mittlere Entfernung des Uranus von der Sonne nahe 19mahl größer als die halbe große Axe der Erdbahn, welche letztere wir hier in runder Zahl zu zwanzig Millionen geographischen Meilen annehmen und der Kürze wegen eine Erdweite nennen wol-

len. Die halbe große Axe der Bahn des Cometen von 1680 ist nahe 69 Erdweiten gleich, wenn seine Umlaufszeit 575 Jahre beträgt, durch welchen Cometen daher die Größe unseres Sonnensystemes um mehr als das dreyfache erweitert wird. Allein es gibt höchst wahrscheinlich noch andere Cometen, deren Umlaufszeit noch beträchtlicher ist, und die daher jene Gränze noch viel weiter herausrücken. Da uns aber schon hier alle Erfahrungen und unmittelbare Beobachtungen verlassen, so wollen wir annehmen, was wohl nicht zu wenig seyn wird, daß der entfernteste aller Cometen unseres Systemes volle hundert tausend Jahre zu seinem Umlaufe um die Sonne brauche, woraus die halbe große Axe seiner Bahn gleich 2154 Erdweiten folgt*), so daß der äußerste Umfang des Sonnengebiethes durch eine Kugel dargestellt werden kann, deren Halbmesser 2154 Erdweiten oder 43080 Millionen Meilen beträgt und diesen Halbmesser würde das Licht, welches in 493 Secunden eine Erdweite zurücklegt, dieser seiner erstaunungswürdigen Geschwindigkeit ungeachtet, doch erst in 12, 41 35 Tagen durchlaufen. Der Schall welcher in einer Secunde nahe 1000 Par. Fuß oder 0.0438 einer Meile zurücklegt, würde eine Erdweite von 20 Millionen Meilen in 14. 469 Julianischen Jahren und daher den Halbmesser des Sonnengebiethes erst in 31166 Jahren zurücklegen. Dieß von der wahrscheinlichen Ausdehnung unseres Sonnensystemes.

---

*) Ist a die halbe große Axe einer Bahn in Erdweiten und T die Umlaufszeit in dieser Bahn in Jahren ausgedrückt, so ist nach dem dritten Keplerischen Gesetze $a = T^{\frac{2}{3}}$. Ist also

T = 100 Jahren, so ist a =	21 Erdweiten
500	63
1000	100
10000	464
100000	2154 ꝛc.

Wir wollen nun sehen, wie sich gegen diese Ausdehnungen die Entfernungen der Fixsterne verhalten. — Wir haben bereits oben (S. 73) bemerkt, wie man die Entfernung eines Planeten, z. B. des Mondes aus der Beobachtung seiner täglichen Parallaxe, d. h. aus der Differenz des Ortes finden kann, welchen der Mond an der Fläche des Himmels für zwey Beobachter einzunehmen scheint, die um den Halbmesser der Erde von einander entfernt sind; allein wir haben auch gesehen, daß die Parallaxe der Sonne, obschon sie noch 8″ 5 ist, doch schon viel zu klein ist, um ihre Entfernung durch Beobachtungen dieser Art auch nur mit einiger Schärfe bestimmen zu können. Noch viel weniger wird also dieses Verfahren auf andere noch entferntere Gestirne anwendbar seyn, und bey Uranus, z. B. dessen tägliche Parallaxe nur 0″.46 ist, würde ein Irrthum in der Beobachtung dieser Parallaxe von nur einem Zehntheile einer Secunde die Entfernung dieses Planeten schon gegen 84 Millionen Meilen fehlerhaft machen. *)

Da also diese Methode, die Entfernungen der himmlischen Körper zu bestimmen, schon bey den uns so nahen Planeten nicht mehr anwendbar ist, so müssen wir sie bey den gewiß noch viel weiter entfernten Fixsternen gänzlich verlassen und eine andere größere Basis unserer Messungen aufsuchen, als den für diese Entfernungen viel zu kleinen Halb-

---

*) Ist r der Halbmesser der Erde, a die Entfernung des Gestirnes, und π die Horizontalparallaxe desselben, so ist $r = a \operatorname{Sin}\pi$ und daher, wenn man die Fehler von a und π durch da und $d\pi$ anzeigt, $da = -\frac{a d\pi}{\pi}$. Für Uranus ist a = 386 000 000 und r = 860 Meilen, also aus der ersten Gleichung $\pi = 0''.46$ und aus der zweyten, wenn $d\pi = 0''.1$ ist $da = -83900000$ Meilen.

messer der Erde. Die größte Basis, die wir noch messen können, ist aber der Durchmesser der jährlichen Bahn unserer Erde die nach dem Vorhergehenden 40 Millionen Meilen, also über 23000mahl größer ist, als der Halbmesser der Erde. Da die Kenntniß der Entfernung auch nur eines einzigen der unzähligen Fixsterne in mehr als einer Beziehung sehr interessant ist, so haben sich die Astronomen, besonders in den letzten Zeiten, wo die große Vervollkommnung der Instrumente bey diesen so feinen Untersuchungen günstige Resultate hoffen ließ, bemüht, die jährliche Parallaxe vieler dieser Sterne durch Beobachtungen zu bestimmen, indem sie den Winkel suchten, welchen die zwey Orte eines jeden dieser Sterne an der Fläche des Himmels in zwey, ein halbes Jahr von einander entfernten Epochen einzunehmen schienen, in welchen Epochen nähmlich der Beobachter in den zwey äußersten Endpunkten seiner Basis von 40 Millionen Meilen steht. (Vergleiche I. S. 128)

Am vortheilhaftesten ist es, die Parallaxe der Fixsterne aus ihren in verschiedenen Jahreszeiten beobachteten Rectascensionen und Declinationen abzuleiten. Ist A D die Rectascension und Declination der Sonne, $\alpha\ \delta$ die wahre und $\alpha'\ \delta'$ die scheinbare (von der Parallaxe veränderte) Rectascension und Declination des Sternes, und π die gesuchte jährliche Parallaxe des Sternes, oder der Winkel unter welchen die Entfernung der Erde von der Sonne aus den Stern gesehen, erscheint, so ist die Parallaxe der Rectascension (I. S. 72)

$$\alpha' - \alpha = \pi \frac{\text{Cos } D}{\text{Cos } \delta} \text{ Sin}(A - \alpha)$$

und die der Declination

$$\delta' - \delta = \pi [\text{Sin } D \text{ Cos } \delta - \text{Cos } D \text{ Sin } \delta \text{ Cos}(A - \alpha)]$$

Die erste hat ihren größten und kleinsten Werth in den zwey Zeiten des Jahres, für welche $A - \alpha = 90$ oder

$= 270°$ ist, die zweyte aber hat ihren größten und kleinsten Werth für die zwey Zeiten, für welche

$$\text{tg}\, L = - \frac{\text{Cos}\, \alpha\ \text{Sin}\, \omega}{\text{tg}\, \delta}$$

ist, wo ω die Schiefe der Ekliptik und L die Länge der Sonne für diese Tage bezeichnet. Man sieht, daß die Parallaxe der Declination im Allgemeinen immer kleiner ist, als die absolute Parallaxe π, daß aber die Parallaxe der Rectascension oft beträchtlich größer als π werden kann, und daß es daher am vortheilhaftesten ist, die Beobachtungen der Rectascension zur Bestimmung der Parallaxe zu wählen. Am besten wird es seyn, solche zwey Sterne zu nehmen, welche nahe 180 Grade in Rectascension verschieden sind. Ist dann α und $\alpha_{\prime}$ die Rectascension beyder Sterne und $d\alpha$ die Parallaxe der Rectascension, welche letzte man für beyde Sterne gleich annimmt, so wird durch die ersten Beobachtungen die Rectascension des einen gleich $a + d\alpha$, und die des anderen gleich $\alpha_{\prime} - d\alpha$ also beyder Differenz gleich $\alpha - \alpha_{\prime} + 2d\alpha$ gefunden.

Nach einem halben Jahre wird diese Differenz $\alpha - \alpha_{\prime} - 2d\alpha$ seyn, und der Unterschied dieser beyden Differenzen wird daher die doppelte Summe beyder Parallaxen, oder die Größe $4d\alpha$ geben. Für γ Pegasi findet man z. B. aus den vorhergehenden Ausdrücken die größte Parallaxe der Rectascension $= 0''.9\,\pi$ den 22. Junius und 22. December; und die größte Parallaxe der Declination $= 0'', 4\,\pi$ den 22. Jänner und 25. Julius. Allein welche Umsicht und Sorgfalt, und welche Mühe man auch angewendet hat, diesen Winkel zu bestimmen er wurde immer zu klein gefunden, um auch durch unsere besten Instrumente noch mit Sicherheit angegeben zu werden, und das ganze Resultat aller dieser Untersuchungen scheint zu seyn, daß dieser Winkel noch nicht zwey Secunden beträgt, d. h. daß der Halbmesser der

Erdbahn oder eine gerade Linie von 20 Millionen Meilen, aus dem nächsten Fixsterne senkrecht auf diese Gesichtslinie betrachtet, unter einem Winkel gesehen wird, der noch nicht eine Secunde beträgt.

Um daraus auf die Entfernung der Fixsterne zu schließen, wollen wir also annehmen, daß dieser Winkel, welcher analog mit der oben betrachteten täglichen Parallaxe die **jährliche Parallaxe** des Sternes heißt, wenigstens eine volle Secunde betrage. Nennt man a den Halbmesser der Erdbahn oder die Erdweite, und a′ die Entfernung des Sternes von der Erde, so wie π seine jährliche Parallaxe, so hat man

$$a' = \frac{a}{\operatorname{Sin} \pi}$$

und da π gleich einer Secunde und $\frac{1}{\operatorname{Sin} 1''} = 206264$ ist, so ist $a' = 206264\,a$, oder der nächste Fixstern ist wenigstens 206264 Erdweiten von uns, oder, was hier schon nahe gleich ist, von der Sonne entfernt. Wenn wir also auch, was doch höchst wahrscheinlich schon viel zu viel ist, die äußerste Gränze des Sonnengebiethes nach dem Vorhergehenden zu 2154 Erdweiten annehmen, so bleibt doch noch zwischen dieser Gränze und den nächsten Fixsternen ein Zwischenraum von mehr als 200000 Erdweiten, ein Raum, der die Entfernung des Uranus von der Sonne mehr als 10000mahl übertrifft, also eine entsetzliche Kluft von mehr als vier Billionen Meilen.

Es ist sehr schwer, es ist vielleicht unmöglich, sich von so großen Entfernnngen, mit welchen wir in unserer Nähe nichts ähnliches finden können, einen auch nur einigermaßen angemessenen Begriff zu machen. Um aber diese Distanzen durch die Vergleichung mit einigen uns bekannten Geschwindigkeiten so viel möglich deutlicher zu machen, so würde ein

Mensch, welcher täglich sechs geometrische Meilen zurücklegt, den Umfang der Erde in $2\frac{1}{2}$ Jahren, die Entfernung der Erde von der Sonne oder die Erdweite in 9132 Jahren; die Entfernung des weitesten Cometen von der Sonne (2154 Erdweiten) in $19\frac{1}{2}$ Millionen Jahren, und endlich die Entfernung des nächsten Fixsternes (200000 Erdweiten) erst in 1826 Millionen Jahren zurücklegen. Da aber diese Zahlen schon wieder zu groß sind, um einen deutlichen Begriff damit zu verbinden, so wollen wir sehen, in welcher Zeit eine Kanonenkugel dieselben Wege zurücklegen würde. Wenn sie ohne zu ermatten in jeder Secunde, wie der Schall, tausend Fuß macht, so würde sie den Umkreis der Erde in 1 Tag 10 Stunden 15 Minuten, aber eine Erdweite erst in $14\frac{1}{2}$ Jahre zurücklegen; von der Sonne zu dem weitesten Cometen aber würde sie 31190 Jahre, und zu den nächsten Fixsterne 2896000 Jahre brauchen, welche Zahlen aber wohl ebenfalls zu groß sind, um noch übersehen werden zu können.

Um z. B. die letzte etwas anschaulicher zu machen, so würde jene Kugel, wenn sie seit dem Anfange unserer Erde oder nach der gewöhnlichen Zeitrechnung, seit 6000 Jahren in immerwährender Bewegung gewesen wäre, und in jeder Secunde tausend Fuß gemacht hätte, von jener Entfernung des nächsten Fixsternes doch noch nicht den 480sten Theil zurückgelegt haben. — Diese Geschwindigkeiten sind also alle viel zu klein, um jene Räume damit zu messen, und es bleibt uns, wenn wir uns nicht in unübersehbare Zahlen verlieren wollen, nichts als die Geschwindigkeit des Lichtes, welches die Entfernung der Sonne von der Erde oder die Erdweite in 8 Min. 13 Sec. also die Entfernung des Apheliums des weitesten Cometen in $12\frac{3}{10}$ Tagen, und die des nächsten Fixsternes in 1140 Tagen oder in etwas mehr als drey Jahren zurücklegt. — Da aber vielleicht Geschwindigkeiten überhaupt

nicht die schicklichsten sind, um uns von dieser Entfernung angemessene Begriffe zu geben, so wollen wir unmittelbar Räume mit Räume vergleichen, und den Versuch machen, unser Sonnensystem durch ein Modell, z. B. von Papier darzustellen, und um noch Platz zu haben, wollen wir den Maßstab recht klein annehmen. Wir haben oben gesehen (S. 3) daß, wenn man die Sonne um ihren Mittelpunkt aushöhlt, in denselben die Erde stellt, und um sie den Mond in seiner gegenwärtigen Entfernung von 51000 Meilen sich bewegen läßt, daß dennoch von dem nicht ausgehöhlten Rande der Sonne eine Kugelscheibe übrig bleibt, die beynahe noch eben so dick ist, als der Halbmesser des ausgehöhlten Theiles derselben.

Diese große Kugel, deren Umfang der oben angenommene Reisende, der täglich sechs Meilen macht, erst in 270 Jahren zurücklegen würde, wollen wir in unserem Modelle, um nicht Mangel an Raum für dasselbe zu haben, durch eine Scheibe darstellen, deren Durchmesser ein Pariser Zoll ist. Mißt man dann nach diesem Verhältnisse die Größe und Entfernungen der übrigen Weltkörper ab, so würde in unserem Modelle die Erde als ein Scheibchen von $\frac{1}{10}$ Linie im Durchmesser in der Entfernung von 9 Fuß zu stehen kommen; Uranus als eine Scheibe von $\frac{1}{2}$ Linie in die Entfernung von 171 Fuß, das Aphelium des weitesten Cometen in die Entfernung von 19117 Fuß oder nahe 0.84 geogr. Meilen, und endlich der nächste Firstern in eine Entfernung von vollen 78 Meilen, so daß der Durchmesser unseres Modells 156 Meilen betragen, und daß nicht nur das Zimmer, oder die Stadt, sondern daß vielleicht das ganze Land, welches wir bewohnen, nicht Raum genug haben würde, dieses anfangs doch nach einem so sehr verjüngten Maßstabe entworfene Modell aufzunehmen. Und doch ist sehr die Frage, ob der nächste Firstern auch in der That uns noch so nahe steht, und

nur 206264 Erdweiten von uns entfernt ist, wie wir oben angenommen haben. Diese Annahme setzt nähmlich den Winkel, unter welchem aus dem Sterne der Durchmesser der Erdbahn gesehen wird, gleich zwey Secunden voraus, und dieser obgleich nur sehr kleine Winkel würde den Beobachtungen mit den neuen vollkommenen Instrumenten nicht entgehen können, da schon Bradley, der Entdecker der Aberration und Nutation, selbst die einzelnen Secunden, wenigstens im Mittel von mehreren Messungen verbürgen konnte. Da uns also jener Winkel, aller angewandten Sorgfalt ungeachtet, doch entgangen ist, so kann er nicht leicht eine ganze Secunde betragen, oder die Parallaxe des nächsten Fixsternes ist kleiner, als eine halbe Secunde, oder endlich, seine Entfernung von der Erde ist höchst wahrscheinlich größer als 412528 Erdweiten, wodurch also jenes Modell noch mehr als um das doppelte vergrößert werden müßte. Indessen wollen wir künftig, wie bisher, die Parallaxe des nächsten Fixsternes gleich einer vollen Secunde oder seine Entfernung nahe gleich 200000 Erdweiten annehmen, und diese Entfernung von 100000 Durchmesser der Erdbahn eine Sternweite, jede zu 4 Billionen d. Meilen, nennen, da wir, wie wir bald sehen werden, bey den folgenden Untersuchungen einen kleineren Maßstab ohne ungeheure Zahlen zu häufen, nicht wohl anwenden können.

Nicht minder erstaunenswürdig, als die Entfernung, ist auch die Größe der Fixsterne, nur ist die genaue Bestimmung derselben durch unmittelbare Messungen noch schwieriger. Denn das scintillirende Licht derselben, welches unser Auge sieht, ist nicht der Kern, der eigentliche Körper des Sternes, sondern nur ein nach allen Seiten überfließender parasitischer Schimmer, daher im Allgemeinen die Sterne immer kleiner erscheinen, je vollkommener das Fernrohr ist, durch welches man sie betrachtet. Vielleicht daß uns die gro-

ßen Fernröhre Frauenhofers, davon das erste nur in diesen Tagen vollendet wurde, über diesen interessanten und bisher so wenig bekannten Gegenstand mehr lehren werden, da sie die Fixsterne der ersten Größe schon mit deutlich merkbarem Durchmesser, und unter der Gestalt von völlig abgerundeten planetarischen Scheiben zeigen. Daß übrigens die scheinbaren Durchmesser der Fixsterne ungemein klein seyn müssen, lehren uns die Bedeckungen derselben durch den Mond, welcher, da er nahe eine halbe Raumsecunde in einer Zeitsecunde durchläuft, wenigstens zwey Zeitsecunden anwenden müßte, um den Durchmesser eines Sternes zu bedecken, wenn der letzte auch nur eine Raumsecunde betrüge. Da aber der Ein- und Austritt der Sterne, allen Beobachtungen zu Folge, kaum eine halbe Zeitsecunde dauert, und gleichsam augenblicklich ist (S. 86), so muß auch der scheinbare Durchmesser derselben ungemein klein seyn. Um aber doch eine dieser unmittelbaren Messungen anzuführen, so will Herschel den Durchmesser von Wega oder α in der Leyer gleich $\frac{1}{3}$ Secunde gefunden haben. Nimmt man die Entfernung dieses Sternes der ersten Größe gleich einer Sternweite (200000 Erdweiten) an, so folgt daraus sein wahrer Halbmesser gleich $\frac{1}{6}$ Sin 1″ seiner Entfernung, oder gleich 0.16 Erdweiten, oder endlich, da eine Erdweite 214 Halbmesser der Sonne enthält, gleich 34 Sonnenhalbmessern. Der Halbmesser dieses Sternes ist daher nach dieser Messung 34mahl größer, als der der Sonne, und sein körperlicher Inhalt 39300mahl größer, als der der Sonne. Allein alle diese Messungen sind, wie gesagt, sehr schwer, und daher die daraus gefolgerten Resultate sehr ungewiß. Wahrscheinlich gibt es in dem zahllosen Heere der Fixsterne viele, die unsere Sonne an Größe übertreffen, so wie vielleicht auch wieder mehrere von der Sonne übertroffen werden mögen. Nehmen wir an, daß Wega an Größe unserer Sonne gleich sey, und nach Her-

schel einen scheinbaren Durchmesser von $\frac{1}{3}$ Secunde habe, so würde er, da der scheinbare Durchmesser der Sonne 1890″ ist, nur 5760 Erdweiten von uns entfernt seyn. Allein in dieser geringen Entfernung würde seine Parallaxe schon 37″ betragen, und daher den Beobachtern nicht entgangen seyn. Nimmt man aber seine Parallaxe zu 2″ an, und sie ist gewiß nicht einmahl so groß, so würde seine Entfernung schon 103132 Erdweiten betragen, und sein wahrer Durchmesser würde 18mahl größer, als der der Sonne seyn *).

---

*) Um die hierher gehörenden Verwandlungen leichter zu übersehen, sey a der Halbmesser der Erdbahn, r der wahre und $\triangle$ der scheinbare Halbmesser der Sonne; eben so r′ der wahre und $\triangle'$ der scheinbare Halbmesser des Sternes, a′ seine Entfernung, und endlich π seine jährliche Parallaxe, also a = 20 Millionen und r = 93900 Meilen, $\triangle = 945''$, so ist

$$\left.\begin{aligned} r &= a \operatorname{Sin} \triangle \\ r' &= a' \operatorname{Sin} \triangle' \\ a &= a' \operatorname{Sin} \pi \end{aligned}\right\}$$

und durch diese Gleichungen lassen sich mehrere mit unserem Gegenstande verwandte Fragen leichter beantworten.

Ist z. B. die Parallaxe des Sternes, so wie sein scheinbarer Halbmesser, jede gleich 1″, so ist

$$r' = \frac{a \operatorname{Sin} \triangle'}{\operatorname{Sin} \pi} = a$$ oder der wahre Halbmesser des Sterns gleich dem Halbmesser der Erdbahn.

Ist Wega unserer Sonne an Größe gleich, und ihr scheinbarer Halbmesser $\frac{1}{6}''$ so ist r′ = r also

$$\frac{a'}{a} = \frac{\operatorname{Sin} \triangle}{\operatorname{Sin} \triangle'} = 5670 \text{ und } \operatorname{Sin} \pi = \frac{a}{a'} = \frac{1}{5670}$$

oder $\pi = 37''$.

Ist aber die Parallaxe Wega's gleich 2″ und $\triangle' = \frac{1}{6}''$, so ist $\frac{a'}{a} = \frac{1}{\operatorname{Sin} 2''} = 103132$ und

Nach dieser vorläufigen Untersuchung der Entfernung und Größe der Fixsterne wollen wir nun sehen, was wir über die Anzahl derselben wissen. — Mit bloßem unbewaffneten Auge kann man gegen 5000 Sterne von der ersten bis sechsten Größe sehen. Mit der siebenten nimmt aber ihre Menge sehr schnell zu, und sie bis zur zehnten auch mit einem Fernrohre alle aufzuzählen, würde zwar eines der verdienstlichsten, aber auch eines der beschwerlichsten Geschäfte seyn, dem sich ein Astronom unterziehen kann.

Unsere beyden reichsten Sternkataloge sind Bode's Uranographie, die 17240, und Lalande's Histoire céléste, die 50000 Sterne von der ersten bis neunten Größe enthält, und von denen die letzte bis zum südlichen Wendekreis geht, so daß also die ganze Sphäre nahe 70000 Sterne bis zur neunten Größe enthalten kann.

Von den Sternen der ersten Größe sind Sirius im

$$\frac{r'}{r} = \frac{a' \sin \triangle'}{a \sin \triangle} = \frac{(103132)^{\frac{1}{6}}}{945} = 18,$$ wie oben;

Wäre Wegas Parallaxe $\pi = \frac{1}{2}''$ und $\triangle' = \frac{1}{6}''$ so hätte man $\frac{a'}{a} = 412528$ und $\frac{r'}{r} = 73$, also der körperliche Inhalt des Sternes 389017mahl größer, als der der Sonne. Damit der scheinbare Durchmesser der Sonne gleich einer Secunde werde, müßte ihre Entfernung von uns $\frac{a'}{a} = \frac{r' \sin \triangle}{r \sin \triangle'}$ seyn, also da $r' = r$ und $\triangle' = \frac{1}{2}'$, ist $\frac{a'}{a} = 1890$ Erdweiten.

Wollte man die Sonne in die Entfernung des nächsten Fixsternes, also in $a' = 206264$ setzen, so würde ihr scheinbarer Halbmesser $\triangle' = \frac{a \triangle r'}{a'r}$ seyn, also da $r' = r$ und $a' = 206264\,a$ ist $\triangle' = 0''.0045$ u. s. f.

großen Hunde, und Canopus am Steuerruder des südlichen Schiffes die hellsten und scheinbar größten, und außer Canopus und Akarnar am südlichen Ende des Eridanus sind alle vierzehn Sterne der ersten Größe bey uns sichtbar. Nimmt man an, daß alle Sterne der ersten Größe unter einander eben so weit entfernt sind, als von der Sonne, so liegen sie alle auf einer Kugelfläche, deren Mittelpunkt unsere Sonne, und deren Halbmesser eine Sternweite (200000 Erdweiten) ist, und in der That lassen sich auf der Oberfläche einer Kugel 14 Punkte angeben, deren je zwey immer um den Halbmesser der Kugel von einander entfernt sind*). Haben ferner die Sterne der zweyten Größe die doppelte, die der dritten die dreyfache Entfernung u. s., so sind die der zweyten Größe auf einer Kugelfläche zerstreut, die viermahl größer ist, als die vorhergehende, daher auch ihre Anzahl 4mahl 14 ist; die der dritten, deren Anzahl 9mahl 14 ist, auf einer neunmahl größeren Kugelfläche, und überhaupt die Sterne der n^{ten} Größe auf einer n^2 mahl größeren Kugelfläche in der Anzahl $n^2 . 14$. Für $n = 10$ ist die Kugelfläche 100mahl größer, und die Anzahl 1400. Allein diese Annahmen sind zu willkührlich, und stimmen auch zu wenig mit den über die Anzahl der Sterne angestellten Beobachtungen überein, um zugelassen zu werden. — Wenn die Sterne, wie es wahrscheinlich ist, im Allgemeinen gleich weit von einander abstehen, und wenn die Sterne der zweyten, dritten Größe.. zwey, dreymahl u. s. von uns entfernt sind, so

---

*) Es ist ein interessantes Problem der Geometrie, die Anzahl der gleichen und regelmäßigen Vielecke zu bestimmen, mit welchen sich die Oberfläche einer Kugel genau bedecken läßt. Man findet, daß es nur fünf Arten dieser Bedeckungen gibt, nähmlich: durch 4, 8 oder 20 gleichseitige sphärische Dreyecke, durch 6 gleichseitige Vierecke, und endlich durch 12 gleichseitige Fünfecke.

wird man auf demselben Raume des Himmels, auf welchem man im Durchschnitte nur einen Stern der ersten Größe, also nur einen der nächststehenden Sterne sieht, von solchen, die zweymahl weiter entfernt sind, also von den Sternen der zweyten Größe $2^3 = 8$; von denen der dritten Größe $3^3 = 27$; von denen der vierten $4^3 = 64$ u. s. f. sehen können. Wenn daher im Durchschnitte auf 70000 Gesichtsfelder des Herschelschen Teleskops, nach seinen darüber angestellten Erfahrungen, nun ein Stern der ersten Größe kommt, so folgt, daß wenn er in jedem dieser Felder auch nur einen Stern sieht, die am meisten entfernten schon 41mahl weiter entfernt seyn müssen, als die Sterne der ersten Größe, da 41^3 nahe 70000 ist. Allein er sah oft hundert, ja zuweilen nach seiner Schätzung ein, zwey, bis fünftausend auf einmahl in dem Felde seines Fernrohres, woraus folgt, daß für den letzten Fall die entferntesten dieser Sterne $41 . \sqrt[3]{5000}$ oder nahe 700 Sternweiten von uns abstehen, zu welcher Entfernung das Licht 2184 Jahre braucht. Diese Betrachtungen über die Entfernungen der Fixsterne, die uns in unseren besseren Fernröhren noch deutlich sichtbar sind, und daher wahrscheinlich noch sehr weit von der Gränze des Weltsystemes entfernt stehen, lassen uns mit Recht auf eine viel größere Anzahl derselben schließen, als wir oben gefunden haben, was auch mit den darüber angestellten Beobachtungen sehr gut übereinstimmt. Schon Huyghens konnte mit seinem noch sehr unvollkommenen Fernrohre in dem Schwerte und dem Gürtel Orions über 2000 Sterne bemerken, und Herschel erzählt, daß er in der Gegend der Keule Orions in einem Streifen von 15 Grad Länge und 2 Grade Breite nicht weniger als 50000 Sterne, die er alle noch deutlich erkennen konnte, durch das Feld seines Telescopes gehen sah. Da aber ein solcher Streifen der 1375ste Theil der Oberfläche des Himmels ist, der 41252 Quadratgrade in sich

enthält *) so folgt, daß die ganze Oberfläche des Himmels 68755000 Sterne enthalte, wenn sie überall eben so dicht beysammen stehen. Sie sind aber in manchen Gegenden des Himmels noch viel dichter zusammengedrängt. So sah Herschel im Jahre 1792 den 22. August während 41 Minuten, nach seiner Schätzung, nicht weniger als 258000 Sterne in der Milchstraße durch das Feld seines Fernrohres ziehen. Nimmt man daher, was wahrscheinlich noch viel zu gering ist, an, daß jede Quadratminute des Himmels auch nur einen einzigen Stern enthalte, so folgt daraus die Anzahl aller Sterne der ganzen Himmelsfläche (41252) (3600) oder 148 507 200.

So erstaunenswürdig aber auch diese Anzahl der Fixsterne seyn mag, so haben wir bisher doch nur diejenigen betrachtet, die man durch das bewaffnete Auge noch deutlich als Sterne erkennen kann. Man würde sich aber nur eine sehr unvollständige Vorstellung von der Größe des Weltalls machen, wenn man diese 148 Millionen Sterne, deren man noch jeden einzeln erkennen kann, als die ganze Bevölkerung des Himmels ansehen wollte. Wir werden uns bald überzeugen, daß dieß nur noch die nächsten Sterne, nur gleichsam die ersten Lampen sind, welche die vordersten Stufen des Einganges zu dem unendlichen Tempel der Natur beleuchten, und daß ihre Zahl, so groß sie uns auch erscheinen mag, gegen diejenige gar nicht in Betrachtung kommt, die das große Innere dieses Tempels beleuchten, und die uns aus der Tiefe dieses Heiligthumes nicht mehr als Sterne,

---

*) Ist r der Halbmesser einer Kugel, so ist bekanntlich die Oberfläche derselben gleich $12.56636 r^2$. Setzt man in diesem Ausdrucke für r die Anzahl Grade, welche ein Kreisbogen enthält, dessen Länge gleich dem Halbmesser ist, d. h. setzt man $r = 57.29555$, so erhält man für die Oberfläche der Kugel 41252 Quadratgrade.

sondern wegen ihrer zu großen Entfernung, nur noch als ein matter Schimmer entgegen dämmern.

Sobald sich das Auge des Menschen durch eine der schönsten Erfindungen desselben, durch die Kraft des Telescopes zum Aufschwung in das unermeßliche Heer des Firsternhimmels geschickt sieht, fühlt es sich zugleich nach jenem magischen Lichtglanze hingezogen, nach jener hellschimmernden Straße, auf welcher nach der Mythologie der Griechen die Götter sich dem Pallaste des Vaters des Himmels und der Erde näherten *). Die Milchstraße umzieht den ganzen Sternenhimmel als eine Zone von ungleicher Breite, beynahe nach der Richtung eines größten Kreises, indem sie nach der Ordnung durch die Sternbilder der Cassiopeia, Perseus, Orion, Zwillinge, Schiff, Centaur, Altar, Scorpion, Schütze, Ophiuchus, Adler, Schwan und Cepheus geht. (Eigentlich besteht die Milchstraße aus zwey Zonen, die sich gegen zwölf Grade von einander entfernen, und sich in den zwey Gegenden des Schwanes und des Altares wieder vereinigen.) Die Breite dieser Zone erstreckt sich von zwey bis siebzehn Graden, und einzelne große Theile derselben zeichnen sich durch ihren verschiedenen Glanz, durch Oeffnungen und Spalten, und selbst durch isolirte seitwärts auslaufende Aeste von den anderen aus, und je mehr man sich mit dem Fernrohre dieser Zone von allen Seiten nähert, desto mehr füllt sich allmählig das Feld desselben mit immer dichter stehenden Sternen, und mit einem immer helleren Schimmer an, besonders in den Gegenden des Altars und des Schwans, wo sich die zwey großen Aeste derselben vereinigen, und die Milchstraße selbst am wenigsten breit erscheint, so wie im Gegentheile der Himmel wieder in den beyden Punkten bey-

---

*) Hac iter est superis ad magni regna tonantis regalemque domum. Ovid. Metam. I. 170.

nahe ganz sternenleer erscheint, welche am weitesten von der Milchstraße entfernt sind, und wo daher die beyden Pole derselben liegen, in der Nähe des Haares der Berenice, und in der Bildhauerwerkstätte.

Herschel war der erste, dem es gelang, durch die Vergrößerung und die Lichtstärke seiner Fernröhre diesen Schimmer der Milchstraße in kleine Sterne aufzulösen, und sich so durch die That zu überzeugen, daß jede Stelle derselben desto sternreicher ist, je glänzender sie dem bloßen Auge erscheint, daß also auch der Glanz derselben bloß von dem verworrenen Lichte unzähliger Sterne komme, die in der Richtung dieser Zone in ungeheueren Entfernungen dicht an einander zu liegen scheinen.

Die ganze regelmäßige Gestalt dieser Lichtstraße zeigt uns, daß die unzähligen Sterne, aus welchen sie besteht, ein für sich bestehendes zusammen gehörendes Ganze, ein eigenes Sternensystem bilden, und ihre Aehnlichkeit mit einem größten Kreise beweiset, daß unser Sonnensystem, welches mit allen seinen Tausenden von Planeten und Cometen doch vielleicht nur einen sehr kleinen Theil jenes Sternensystemes ausmacht, nahe bey dem Mittelpunkte der Milchstraße liegen muß, weil wir sie, wenn wir weit außerhalb derselben stünden, nur in der Gestalt eines mehr oder weniger kleinen Kreises sehen könnten. Wenn nun die Gränzen der Milchstraße nach allen Seiten eine gleiche Entfernung von uns hätten, das heißt, wenn jenes Sternsystem die Gestalt einer Kugel hätte, in dessen Mittelpunkte wir uns befinden, so müßten wir offenbar an jeder Stelle des Himmels eine gleich große Anzahl von Sternen erblicken. Da dieß aber nicht der Fall ist, da wir nach dem Vorhergehenden immer mehr und mehr Sterne sehen, je näher wir jenem größten Kreise kommen, so müssen wir annehmen, daß jenes Sternsystem nicht die Gestalt einer Kugel, sondern vielmehr die ei=

ner Linse hat, so daß wir, wenn wir unser Auge nach der scharfen Kante dieser Linse, also nach der fernsten Gränze des Systemes richten, viel mehr und dichter gedrängte Sterne erblicken werden, als wenn wir nach den beyden Polen jenes größten Kreises, d. h. nach der Gegend hin sehen, wo die Gränze des Systemes uns am nächsten ist, und wo daher nur wenig Sterne hinter einander stehen können, was mit den oben angeführten Erfahrungen vollkommen übereinstimmt. Diesem gemäß werden wir also annehmen, daß alle Fixsterne, welche wir am nächtlichen Himmel sehen, ein zusammenhängendes Ganze bilden, dessen Gestalt die eines sehr abgeplatteten Ellipsoides ist, welches gleichsam durch die Umdrehung einer Ellipse um ihre kleine Axe entstanden ist, und daß unsere Sonne, selbst einer dieser Fixsterne, mit allen ihren Planeten und Cometen, nicht ferne von dem Mittelpunkte dieses Ellipsoids stehe.

Wenn wir unser Auge in die Gegenden des Himmels richten, durch welche die Ebene geht, in welchen alle großen Axen dieses Ellipsoids liegen, eine Ebene, die nahe einen größten Kreis des Himmels bezeichnet, weil sie selbst nahe durch die Sonne geht, so erblicken wir im Orion, Stier, Perseus, im Schwane und Adler 2c. die Sterne dieses Systemes in langen Reihen hinter einander dicht gedrängt, während wir, je weiter wir uns von diesem größten Kreise entfernen, oder je mehr wir uns den beyden Polen desselben nähern, in den Sternbildern des großen Bären, des Arkturs, der Wage u. s. f. nur wenig hinter einander stehende Sterne, und diese daher mehr isolirt und ohne jenem bloß aus ihrer Gedrängtheit entstehenden Schimmer bemerken, so daß also eigentlich der ganze uns sichtbare Himmel zur Milchstraße gehört, wir aber ihren größten Glanz nur dort sehen, wo die meisten Schichten der Sterne hinter einander liegen. Unter diesen Sternen der Milchstraße, d. h. für uns des gan-

zen Himmels, sind uns wahrscheinlich diejenigen, welche wir noch mit bloßem Auge sehen, die nächsten, und diese bilden vielleicht ein untergeordnetes System von Tausenden von Sonnen, deren jede Myriaden von Planeten und Cometen enthalten mag, während die Milchstraße selbst wieder ein Aggregat von Millionen dieser untergeordneten Systeme ist. Da wir die mit unbewaffnetem Auge noch sichtbaren Sterne in allen Gegenden des Himmels fast in gleicher Anzahl erblicken, so scheinen in diesem unseren und vielleicht in allen anderen untergeordneten Systemen, aus welchen die Milchstraße besteht, die Sonnenbahnen (wie etwa bey uns die Cometenbahnen) alle mögliche Lagen unter einander, und diese untergeordneten Systeme selbst die äußere Gestalt einer Kugel zu haben, während die linsenförmige Gestalt der Milchstraße zeigt, daß die Bahnen jener untergeordneten Sonnensysteme nicht, gleich unserer Cometenbahnen, alle möglichen Lagen haben, sondern daß sie, wie unsere Planetenbahnen nahe in einer einzigen Ebene liegen, oder vielmehr, daß der helle Theil der Milchstraße nur die Planeten dieses großen Systemes, nur gleichsam den Zodiacus dieser Planeten enthält, während die nach allen Richtungen zerstreuten Cometensysteme uns entweder gar nicht sichtbar sind, oder nur als isolirte hellere Flecken erscheinen, die sich aber immer mit lichtstarken Fernröhren in einzelne, deutlich zu erkennende Sterne auflösen lassen, zum Beweise, daß uns diese Flecken noch immer nahe genug sind, um ihrem wahren Inhalte nach erkannt zu werden. In der That sieht das bewaffnete Auge den Himmel nur um die Gegend der beyden Pole der Milchstraße ganz rein und dunkel, während mit der Entfernug von denselben diese isolirten lichten Stellen, die Cometenbahnen der Milchstraße, an Größe und Zahl immer zunehmen, bis sie endlich in der Milchstraße selbst sich so häufen und gleichsam so in einander fließen, daß wir ihre Zwischenräume nicht mehr zu erkennen im Stande sind.

Es gibt aber noch eine andere sehr merkwürdige Art von lichten Stellen des Himmels, die sich auch durch unsere besten Fernröhre entweder gar nicht, oder doch nur sehr unvollständig in einzelne Sterne auflösen lassen, und deren Entfernung von uns daher noch viel größer seyn muß, als die Flecken, von welchen wir so eben gesprochen haben. — Die Milchstraße erscheint uns als ein lichter kreisförmiger Streif von 180 Graden im Durchmesser, weil wir nahe im Mittelpunkte ihres Bogens stehen. Wenn aber unser Auge von dem Mittelpunkte dieses Kreises um den ganzen Durchmesser derselben entfernt wäre, so würde uns die Milchstraße in der Ferne nur als ein Ring oder eine Scheibe von 60 Graden im Durchmesser, oder nahe so groß, wie das Gestirn des großen Bären erscheinen. In einer Entfernung von zehn Durchmessern würde diese Scheibe nur mehr unter einem Winkel von 2° 52′, und in einer Entfernug von hundert Durchmessern endlich unter einem Winkel von 17 Minuten, also kleiner als der bekannte Nebelfleck in der Andromeda gesehen werden. In dieser Entfernung würde also die Milchstraße dem bloßen Auge unsichtbar seyn, und durch gewöhnliche Fernröhre nur die Gestalt eines schwach erleuchteten Wölkchens haben, so wie umgekehrt dieses Wölkchen wieder die Gestalt, die Größe, und den Schimmer unserer Milchstraße annehmen würde, wenn wir ihm wieder allmählig näher rückten.

Da man nun in der That durch gute Fernröhre eine sehr große Anzahl dieser Nebelflecke nach allen Richtungen am Himmel zerstreut findet, was kann man anders von ihnen denken, als daß sie eben so viele, nur unendlich entferntere Milchstraßen sind, deren jede, so wie die unsrige, wieder aus Millionen von Sonnensystemen besteht? Herschel hat derselben schon über dreytausend entdeckt, und nur die wenigsten derselben lösten sich in seinen lichtstarken Fernröh=

ren theilweise in Sterne, die meisten nur in einzelne, wieder nebelartige helle Punkte auf, die also wahrscheinlich nicht einzelne Sterne, welche in so großen Fernen nicht mehr erkennbar sind, sondern nur Anhäufungen von vielen näher beysammen stehenden Sternen, oder vielmehr eigene kleine Sonnensysteme sind. Der hellste dieser Nebelflecke, den man auch schon mit bloßem Auge bemerkt, ist am Gürtel der Andromeda, und nächst diesem ist der größte und merkwürdigste im Schwerte Orions.

Wenn wir aber schon, wie wir oben gesehen haben, selbst über die Entfernung des nächsten Fixsternes nichts verläßliches mehr bestimmen können, so werden wir noch viel weniger über die Entfernung dieser Milchstraßen zu sagen wissen, gegen welche die uns wegen ihrer Größe schon unermeßliche Entfernung der Fixsterne vielleicht wieder nur als ein untheilbarer Punkt verschwindet. Herschel hat große Nebelflecken von einem, ja zwey Graden im Durchmesser beobachtet, die sich noch gut in Sterne auflösen ließen; andere, die viel kleiner sind, und in denen die Sterne näher zusammengedrängt und schwerer zu erkennen waren; wieder andere, deren einzelne Sterne sich auch durch die stärksten Vergrößerungen nicht mehr erkennen lassen, und endlich sehr kleine, die nichts mehr als einen beynahe ganz farbenlosen matten Schimmer zeigten. Man sieht aus dieser Stufenfolge, wie jene Sternhaufen immer mehr und mehr sich von uns zu entfernen scheinen, bis sie endlich in der unergründlichen Tiefe des Himmels sich unseren bewaffneten Augen gänzlich entziehen. Herschel bestimmt die Entfernung der Nebelflecke, die sich noch in Sterne auflösen lassen, zu wenigstens 500 Sternweiten, und die der ganz unauflösbaren zu wenigstens 8000 Sternweiten, woraus zugleich folgt, daß die meisten derselben unsere Milchstraße an Größe übertreffen müssen, da diese in einer solchen Entfernung viel kleiner noch, als diese

Nebelflecke erscheinen müßte. Um diese Entfernung von 8000 Sternweiten, oder 1600 Millionen Erdweiten, oder endlich 32000 Billionen Meilen zu durchlaufen, bedarf das Licht welches (nach S. 223) eine Sternweite in drey Jahren zurücklegt, 24000 Jahre, woraus also folgen würde, daß das Alter des Weltalls, nicht das der Erde, wenigstens 24000 Jahre beträgt; daß das Licht vieler Sterne, die wir jetzt sehen, schon vor 24000 Jahren von diesen Sternen ausgegangen ist, und daß endlich viele Sonnen mit ihrem Gefolge von zahllosen Planeten und Cometen, ja daß ganze Milchstraßen untergehen oder verlöschen können, ohne daß sie eher als nach 24000 Jahren von uns vermißt werden können. Und doch scheint auch dieses noch nicht die letzte Gränze, bis zu welcher die Kraft unserer Fernröhre vordringen kann, denn Herschel sah noch durch das Feld seines vierzigfüßigen Telescops äußerst matte und kaum zu erkennende Lichtnebel vorüberziehen, deren Entfernungen er gegen 300000 Sternweiten schätzte, und von denen daher das Licht erst in einer Million Jahren bis zu uns vorzudringen im Stande ist.

Da bey Betrachtungen dieser Art nicht bloß unsere Vernunft, deren Reich nicht von jener Welt ist, sondern selbst die kühnste menschliche Einbildungskraft zu ermatten beginnt, so wird es zur Uebersicht des Ganzen nöthig seyn, einen Blick rückwärts auf den Weg zu werfen, welchen wir bereits zurückgelegt haben.

Die erste und kleinste Vereinigung, welche wir bisher unter den Körpern des Himmels zu einem gemeinschaftlichen Ganzen angetroffen haben, ist die der Monde um ihre Hauptplaneten. So hat sich die Erde mit einem, Jupiter mit vier, Uranus mit sechs, und Saturn mit sieben Satelliten und einem Ringe umgeben, und alle diese Körper bewegen sich nach dem Gesetze der Schwere um ihre Hauptplaneten. Wir wollen diese S a t e l l i t e n s y s t e m e die Systeme der ersten Ordnung

nennen. — Mehrere solcher Hauptplaneten, deren jeder vielleicht wieder viele Satelliten nach sich zieht, und überdieß Millionen von Cometen bilden ferner wieder ein Ganzes, welches sich ebenfalls um einen größern leuchtenden Centralkörper, um eine Sonne bewegt. Diese Planetensysteme, zu deren einem auch unsere Erde mit allen übrigen Planeten gehört, bilden die Systeme der zweyten Ordnung. — Myriaden Sonnen zusammen, deren jede ihr zahlreiches Gefolge von Planeten und Cometen hat, bewegen sich wieder um einen größeren Centralkörper, oder um den gemeinschaftlichen Schwerpunkt aller dieser Sonnen. Diese Sonnensysteme, zu deren einem auch unsere Sonne gehört, die nebst tausend anderen Sonnen vielleicht um Sirius, den scheinbar größten der Fixsterne, oder um den großen Nebelfleck im Orion sich bewegt, bilden die Systeme der dritten Ordnung. — Tausende von diesen Sonnensystemen erkennen wieder die Macht eines höhern Centralkörpers, oder vereinigen sich durch gegenseitige Anziehung um einen gemeinschaftlichen Schwerpunkt, und bilden Milchstraßen oder Systeme der vierten Ordnung, von denen wir dasjenige, zu welchem wir selbst gehören, als einen breiten lichten Gürtel um die Mitte des Himmels gehen sehen, während wir die anderen weiter entfernten nur mehr als matte dämmernde Wölkchen erblicken, so wie wir in unserer eigenen Milchstraße sowohl, als auch außer derselben, unzählige Lichtflecken anderer Art bemerken, welche uns viel näher zu seyn scheinen, und wahrscheinlich die isolirten Sonnensysteme der dritten Ordnung sind, aus welchen unsere Milchstraße besteht. — Alle diese Milchstraßen können sich wieder durch die Attraction eines noch mächtigeren Centralkörpers um denselben, oder durch gegenseitige Anziehung um einen gemeinschaftlichen Schwerpunkt zu einem höheren Ganzen, zu einem Milchstraßensysteme oder zu einem System der fünften Ordnung vereinigen. Jedes

dieser Systeme der fünften Ordnung besteht aus tausenden von Milchstraßen, jede Milchstraße aus tausenden von Sonnensystemen, jedes Sonnensystem aus tausenden von Sonnen, deren jede wieder ihr eigenes Planeten- und Cometensystem mit sich führt, und endlich jedes dieser Planetensysteme aus abermahl tausenden von Satellitensystemen, die sich um ihre Hauptplaneten nach demselben Gesetze bewegen, nach welchem auch die entferntsten Milchstraßen im ewigen Gehorsam ihre Bahnen um den gemeinschaftlichen Schwerpunkt derselben vollenden.

Und doch ist dieß alles wohl nur erst der uns hier unten sichtbare Theil des großen, vielleicht eines ganz gränzenlosen Weltalls; nur der Vorhof des unendlichen Tempels, dessen Plan und Größe kein Sterblicher zu fassen vermag. Unsere menschliche Vorstellungskraft ist hier an ihrer Gränze; und sie erliegt unter der Vorstellung dieses Gegenstandes, wo alle Begriffe von Maß und Zahl unbestimmt und bedeutungslos werden; wo selbst die uns schon unbegreifliche Entfernung des nächsten Firsternes, die nach unserem Begriffe schon an das Unendliche gränzt, nur wie ein untheilbarer Punkt verschwindet; wo man auch mit Hülfe des schnellsten Körpers, den wir kennen, wo man selbst auf den Flügeln des Lichtes vielleicht Millionen Jahre brauchen würde, um bis zu jenen entlegenen Milchstraßen vorzudringen, die wir aus der Tiefe des Himmels zu uns herüber dämmern sehen, und die selbst vielleicht noch unendlich weit von der Gränze des Weltalls entfernt sind, wenn dieses überhaupt eine Gränze hat. In der That, wenn auch die menschliche Vernunft, indem sie sich diesem Abgrunde nähert, von dem Anblicke seiner endlosen Unermeßbarkeit ergriffen, keinen Anhaltspunkt mehr findet, und ermattet zurücksieht, so ist es doch unserer Einbildungskraft erlaubt, jene Stufenleiter der Systeme noch weiter fortzusetzen, und statt bey der fünften stehen zu

bleiben, zu den hundertsten, ja den tausendsten derselben fortzueilen, bis endlich auch sie erschöpft von ihren Phantasien einen Ruhepunkt sucht, und ihn nur in dem gemeinschaftlichen Mittelpunkte findet, um welchen sich das ganze Weltall bewegt, und in welchem der unnennbare Schöpfer und Erhalter derselben seinen ewigen Thron aufgeschlagen hat.

Wenn wir in einer heitern Nacht unsere Blicke auf dieses zahllose Heer, auf diese Wildniß von Sonnen richten, die uns zunächst umgibt, und die, so weit sich ihre Gränze auch ausdehnen mag, gegen die noch viel weiter entfernten Milchstraßen, gegen den undurchdringlichen Inhalt der Tiefe des Himmels nur wieder ein kleines Wölkchen ist, denen ähnlich, welche wir in zahlloser Menge aus unermeßlicher Ferne zu uns herüber schimmern sehen, ein Wölkchen, wovon unsere Sonne mit allen ihren Planeten und ihren Millionen Cometen nur den kleinsten Theil beträgt; wie klein, wie so ganz Nichts erscheint da das arme Wesen, welches sich früher in seinem verblendeten Stolze so gern das Meisterstück der Schöpfung nannte! Jede menschliche Größe, Ehre und Macht, Thronen und Reiche, und was sonst der Gegenstand unserer Wünsche seyn mag; so wie alles, was uns in Trauer und Schmerzen bewegt, Krankheit, Trennung von unseren Lieben, erlittene Ungerechtigkeiten und Verfolgungen, nagender Gram und heiße Thränen, selbst unser Tod, ja der Tod von Tausenden in einer Stunde auf unseren mit Leichen bedeckten Schlachtfeldern, was ist das alles in Beziehung auf Jenes! Was ist selbst unsere ganze Erde! Nicht so viel als der Tropfen, der an einer Nadelspitze hängt, gegen das Weltmeer, oder gegen diese Sonnen, aus welchen wieder eine Million solcher Erden gemacht werden können, und noch weniger als nichts gegen das unzählbare Heer jener Sonnen, von denen wir nur noch den kleinsten Theil gegen das übersehen, was auch unserem bewaffneten Auge unzugänglich ist und

vielleicht immer seyn wird. Unsere Erde, unser ganzes Planetensystem, vielleicht selbst unser Sonnensystem könnte plötzlich zurücksinken in die ewige Nacht, aus der es einst hervorgegangen ist, und die dadurch entstehende Lücke würde unser Milchstraßensystem nicht einen Augenblick zu stören im Stande seyn, ja auf den anderen ferneren Milchstraßen vielleicht nicht einmahl bemerkt werden. Diese Beobachtungen sind so drückend und so demüthigend für uns, daß endlich die sich ohne Gränzen ausdehnende Welt das einzige Bleibende, das einzige Feste in der Natur, und der Mensch selbst nur einen Augenblick, einem Schatten gleich vorüberziehend erscheint, bald darauf erlöschend, wie der Strahl eines unstäten Meteors, das keine Spur seines Daseyns zurückläßt. Und doch wagt es derselbe Mensch, so klein und groß zugleich, seine Blicke bis dorthin zu erheben, dieses Geschöpf von Gestern her und Morgen schon nicht mehr; das hier im Staube kriecht, aus dem es gekommen ist, und zu dem es nur zu bald wieder zurückkehren wird; dieser Fremdling, der sich selbst nicht kennt und nicht weiß, woher er kömmt, und wohin er geht, — er wagt es, mit einem Spinnenfaden in seinem Rohre das unendliche Weltall auszumessen, und durch ein Stückchen Glas sein Auge stärkend, mit den Blicken eines Cherubs bis in's Innerste des Heiligthumes der Natur zu dringen, hin bis dort

Ou les confidens du Très-Haut, les substances eternelles
Parent de ses feux, et couvrent de ses ailes
Le trône, ou leur Maître est assis parmi eux.

Aber verlassen wir diese den Geist nur ermattenden Betrachtungen, und kehren wir wieder zu dem zurück, was uns die Fernröhre von den Gestirnen des Himmels kennen gelehrt haben.

Einen der interessantesten Anblicke gewähren die Doppelsterne, nahe bey einander stehende Gestirne, deren man

in allen Gegenden des Himmels bereits über 800 entdeckt hat. Es ist nicht wahrscheinlich, daß die meisten derselben nur scheinbar so nahe, also nur für uns beynahe in einer geraden Linie, in der That aber vielleicht sehr weit hinter einander stehen. Denn sollten z. B. zwey Nachbarsterne der ersten Größe, wie Arktur und Wega, die jetzt 59 Grade von einander abstehen, für uns scheinbar so zusammenrücken, daß sie nur mehr fünf Secunden von einander entfernt wären, so müßten sie wenigstens 35400 Sternweiten von uns weggerückt werden. Allein selbst das vierzigfüßige Telescop Herschels würde diese Sterne nur in einer Entfernung von 1300 Sternweiten noch erkennen lassen, und in dieser Entfernung würden sie noch $2\frac{1}{2}$ Minuten von einander zu stehen scheinen. In geringerem Maße, aber doch noch immer sehr unwahrscheinlich, ist daher auch der Fall, daß zwey Sterne der 6ten oder 7ten Größe in eine solche Stellung gegen unser Auge treten, daß sie beyde scheinbar einen Doppelstern von 5″ Entfernung bilden, da die Zahl der Sterne der 6ten Größe gegen 500 und die der siebenten noch nicht 800 ist, die Fläche des Himmels aber über 34000 Millionen solcher kreisförmigen Räume enthält, deren jeder im Durchmesser 5 Secunden beträgt. Wir müssen daher annehmen, daß die meisten dieser Doppelsterne in der That nahe neben einander stehen, oder durch ein gemeinschaftliches Band der Attraction zu einem einzigen Ganzen verbunden sind, eine Voraussetzung, die durch die Bemerkung bestätiget wird, daß, wenn der eine derselben eine oft sehr beträchtliche eigene Bewegung im Raume hat, diese in demselben Maße und nach derselben Richtung auch bey dem anderen erkannt wird, ja daß bey sehr vielen derselben überdieß der kleinere sogar um den größeren sich bewegt.

Hier folgt das Verzeichniß der vorzüglichsten Doppelsterne. Die erste Columne enthält den Nahmen des größeren

Sterns, die zweyte und dritte die Rectascension und die Poldistanz desselben für das Jahr 1820. Unter der Rectascension ist die Distanz △ der beyden Sterne, und unter der Poldistanz der Winkel A dieser Distanz mit dem Parallelkreise des Sterns. Die letzte Columne enthält Anmerkungen.

α Cassiopeiae	$0^h 30'$ △=53″	34° 27′ A=41°	Die beyden Sterne sind III. und Xter Größe. Der Winkel A ändert sich stark.
η Cassiopeiae	$0^h 38'$ △=11″	33° 9′	IV und IXte Größe.
65 Piscium	$0^h 40'$ △=6″	63° 17′	
α Ursae minoris	0 57 △=17″	1 39 A=67°	II und XIte Größe. Der größere ist der Polarstern.
γ Andromedae	1 53 △=10″	48 32	III und Vte Größe.
Mira Ceti	2 10 △=104″	93 48	Der bekannte veränderliche Stern im Wallfische, der größere ist stark roth; Fabricius beobachtete ihn als einen neuen Stern zuerst im Jahre 1596; der große ändert sich von der III. bis zur 0. Größe, und hat auch einen Nebelfleck nahe bey sich; der kleinere ist schwer zu sehen.
η Persei	2 38 △=26″	34° 52′	IV und VIII. Größe.
β Orionis	5 6 △=6″	98 25	
ϑ Orionis	5 26	95 32	Ein vier- und vielleicht mehrfacher Stern in einem hellen Nebel gehüllt, die Größen der Sterne sind IV, VI, VII, VIII.
σ Orionis	5 30	92 43	Schröter erkannte ihn mit seinem 25 füß. Reflector als einen 12fachen und Struve mit seinem 13 füß. Refractor von Frauenhofer als einen 16fachen Stern.
δ Geminor.	7 9	67 42	III und IX. Größe. Der kleine Stern ist sehr schwach.

Castor	7 23 $\Delta = 5''$	57 43	II und IV. Größe. Der große weißgelb, der kleine blaugelb. Schwer als Doppelstern zu unterscheiden.
2 σ Ursae maj.	8 54 $\Delta = 7''$	22 9	V und X. Größe. Der kleine ist schwach und schwer zu sehen.
h Ursae maj.	9 17 $\Delta = 19$	26 9	IV und X. Größe.
γ Leonis	10 10 $\Delta = 4''$	69 15	II und IV. Größe. Der große röthlich, der kleine grün.
ξ Ursae maj.	11 9 $\Delta = 3''$	57 27	IV und VI. Größe. Der Winkel A ändert sich sehr schnell, und der kleine vollendet seinen Umlauf um den großen in nahe 60 Jahren.
γ Virginis	12 32 $\Delta = 3''$	90 27	Beyde III. Größe. Der Winkel A ändert sich schnell.
ζ Ursae maj.	13 17 $\Delta = 14''$	34 8	II und IV. Größe. ζ Ursae maj. heißt auch Mizar, drey Minuten nördlich steht Alcor, ein einfacher Stern der V. Größe.
ζ Bootis	14 32 $\Delta = 1''$	75 29	ζ Bootis ist III. Größe, der kleine, jenem sehr nahe, ist schwer zu erkennen.
ε Bootis	14 37	62 9	Der kleine ist schwach und schwer zu sehen, Δ sehr klein.
44 Bootis	14 58	41 39	Ein sehr feiner, uud schwer zu erkennender Doppelstern. Δ sehr klein.
ζ Coronae boreal	15 33 $\Delta = 7''$	52 49	IV und VI. Größe.
ξ Librae	15 54 $\Delta = 9''$	100 52	IV und VII. Größe.
σ Coronae bor.	16 8 $\Delta = 2''$	55 40	V und VII. Größe. Der Winkel A ändert sich schnell.
γ Herculis	16 14 $\Delta = 41''$	70 25	III und IX. Größe. Der kleine ist äußerst lichtschwach, und sehr schwer zu sehen.
ζ Herculis	16 34	58 4	Der große ist III. Größe. Beyde scheinen sich jetzt zu decken: Herschel sah ihn noch als Doppelstern.

α Herculis	17h 6′ Δ=6″	75 24	III und VII Größe. Der Winkel A ändert sich, der große ist gelb, und der kleine schön blau.
ρ Herculis	17 17 Δ=5″	52 41	IV und VI. Größe.
95 Herculis	17 54 Δ=7″	68 24	IV und V. Größe, der eine blau, der andere gelb.
p Ophiuchi	17 56 Δ=5″	87 27	IV und VII. Größe. Der Winkel A ändert sich schnell, der kleine vollendet seine Revolution um den großen in nahe 53 Jahren.
ε Lyrae	18 38	50 33	Zwey Doppelsterne: der erste ε Lyrae IV und VII. Größe hat Δ=4″. und der andere IV und V. Größe hat Δ = 3″.
β Lyrae	18 43	56 50	Ein vierfacher Stern von III, VI, IX, X. Größe. Δ = 67″ von 1 und 2 48 von 2 und 3 77 von 2 und 4.
η Lyrae	19 8 Δ=28″	51 9	VI und VIII. Größe.
β Cygni	19 24 Δ=36	62 25	IV und V. Größe, der eine gelb, der andere blau.
α Aquilae	19 42 Δ=139	81 36	I und X. Größe.
γ Delphini	20 38 Δ=12	74 31	IV und VI. Größe.
61 Cygni	20 59 Δ=15″	52 8	Beyde VI. Größe. Der eine gelb, der andere dunkelroth. Die Bewegung des einen um den anderen scheint elliptisch zu seyn.
β Cephei	21 26 Δ=13″	20 14	III und IX. Größe.
ζ Aquarii	22 19	90 57	IV und V. Größe.

Besonders merkwürdig ist bey diesen Doppelsternen die wenigstens oft sehr schnelle Aenderung des Positionswinkels A. So betrug dieser Winkel nach den Beobachtungen bey ξ Ursae majoris im Anfange der Jahre 1782, 1802, 1804, 1819 und 1820 nach der Ordnung 306.°2, 352.5, 357.4, 165.5 und 173.6, so daß also der kleine Stern in 38 Jahren 227.°4 seiner Bahn um den größeren Stern zurückgelegt hat, und diese Bahn ist nicht kreisförmig, sondern wahrscheinlich sehr elliptisch, weil seine Bewegung in derselben so ungleich erscheint. So ging er in der ersten Periode von 1782 bis 1804 nur durch 51.°2, während er in der zweyten von 1804 bis 1820 volle 176.°3 zurücklegte, wo aus der ersten Periode die jährliche Bewegung 2.°3 und aus der zweyten die beynahe fünfmahl größere von 11.°0 folgt. — Bey p Ophiuchus war in den Jahren 1780, 1804 und 1820 der Positionswinkel 0.°0, 48.7 und 258.7, so daß auch hier der kleinere Stern in 40 Jahren schon drey Viertheile seiner Bahn um den größeren zurückgelegt hat.

Aehnliche, nur der Natur der Sache gemäß viel geringere Aenderungen hat man auch in den Distanzen Δ dieser Doppelsterne von einander beobachtet. Bey einigen verschwand die früher bemerkte Distanz völlig, und gab so die merkwürdige Beobachtung der Bedeckung eines Fixsternes durch den anderen, wie bey ε Herculis, den Herschel im Jahr 1781 deutlich als einen Doppelstern erkannte, während man jetzt auch mit den besten Fernröhren keine Duplicität desselben bemerken kann, bis er vielleicht in einigen Decennien sich wieder getrennt haben wird. Bey Castor im Gegentheile und einigen anderen bleibt die Entfernung beyder Sterne nahe immer dieselbe, so daß die Ebene ihrer Bahn senkrecht auf unsere Gesichtslinie stehen muß, und wir gleichsam in den völlig geöffneten Ring sehen, während wir bey den anderen nur die meistens sehr schiefe Projection ihrer Bahnen bemerken.

Der Doppelstern ζ Ursae maj. ist noch dadurch merkwürdig, daß er ganz dieselbe eigene Bewegung im Raume hat, wie sein kleiner Begleiter. Ihm folgt noch ein anderer Stern der achten Größe zwey Minuten südlicher, mit welchem aber jener Doppelstern eben so wenig, als mit dem ihm nahe stehenden Alcor der fünften Größe zu verwechseln ist, welcher letzte unter dem Nahmen des Reiterleins bekannter ist. ξ Bootis ist wegen der großen Nähe beyder Sterne schwer als Doppelstern zu erkennen, noch schwerer aber γ Hercules aus derselben Ursache. α Hercules ist einer der schönsten Doppelsterne des Himmels, der große ist gelb, der kleine blau; von β Schwan gilt dieselbe Bemerkung wegen ihrer Farbe. Der Begleiter von α Adler ist schwer zu sehen, aber er verdient um so mehr eine fortgesetzte aufmerksame Beobachtung, da der größere Stern eine beträchtliche eigene Bewegung im Raume hat. Die Beobachtungen dieser merkwürdigen Gestirne, besonders die von 61 Cygni, haben uns selbst schon die genäherte Gestalt ihrer Bahnen zu erkennen gegeben und gezeigt, daß bey vielen der kleinere Stern sich in einer Ellipse um den größeren bewegt, so daß seine Bewegung in dem Punkte seiner Bahn, welcher unserer Sonnennähe entspricht, bedeutend schneller ist, als in der entgegen gesetzten, und dieses ist gleichsam der erste geistige Blick des Menschen jenseits der Gränzen unseres Planetensystems, der uns lehrt, daß die drey Keplerschen Gesetze, und das sie alle umfassende Gesetze der allgemeinen Schwere, nach welcher alle Körper sich im geraden Verhältnisse ihrer Massen, und im verkehrten des Quadrats ihrer Entfernungen anziehen, und eben durch diese Anziehung die elliptische Bewegung hervorbringen, nicht bloß unserem eingeschränkten Planetensysteme, in welchem es gefunden wurde, angehöre, sondern daß es wahrscheinlich das allgemeine Gesetz der ganzen großen Natur sey;

das Gesetz, welches sein magisches Band, mit dem es den Stein und uns selbst an unsere Erde bindet, zugleich von Welt zu Welt geschlungen, und sich die Sonnenstäubchen hier unten, wie die Milchstraßen dort oben, im schweigenden ewigen Gehorsam unterworfen hat.

Wenn man alle Planeten und Monde unseres Systemes in einen Körper vereinigte, so würde die Oberfläche dieser Kugel doch nur den 50sten Theil der Oberfläche der Sonne haben, und diese Kugel würde in der Entfernung einer Erdweite von der Sonne gestellt, auch abgesehen von ihrer geringen Größe, mit ihrem bloß von der Sonne geborgten Lichte schon 300000 schwächer erscheinen, als das selbstständige Licht der Sonne, und man würde daher bey einem solchen Doppelstern, deren einer selbst dunkel ist, und sein Licht nur von dem anderen erhält, in einer so großen Entfernung wahrscheinlich den dunklen Stern, die Erde, nie sehen können. Es bewegt sich also bey dem Doppelstern ein leuchtender Körper um den anderen, oder Sonne um Sonne, und zwar oft in verhältnißmäßig sehr geringen Entfernungen von einander. Denn wenn z. B. die scheinbare Distanz beyder, wie bey Castor 5″6 und ihre gemeinschaftliche Entfernung von uns eine oder zwey Sternweiten beträgt, so ist die wahre Distanz der beyden Sterne im ersten Falle 5.4 und im zweyten 10.8 Erdweiten, also selbst im letzten Falle nahe der Entfernung Saturns von der Sonne gleich.

Merkwürdig ist noch, daß die beyden Sterne, welche den Doppelstern bilden, an Glanz und Größe oft einander ganz gleich erscheinen, wie Castor, γ Jungfrau, ω Schlange, 16 und 61 Schwan, γ Widder, μ Drache, 65 Fische u. s. ja daß bey einigen μ Drache, γ Jungfrau, 65 Fische, 49 Schlange u. s. der Begleiter sogar etwas größer erscheint, als der Centralstern. Auch die absolute Größe der Centralkörper der Doppelsterne scheint bey vielen ungemein beträcht-

lich; so soll nach Herschels noch zu bestätigenden Beobachtungen der Durchmesser Castors 1″3 und der von 6 der nördlichen Krone sogar einige Secunden betragen, daher auch Herschel bey den näher stehenden Doppelsternen ihre Entfernungen von einander im Durchmesser des größeren anzugeben, und auf die Sicherheit dieser Bestimmung ein großes Gewicht zu legen pflegte. Da in einem solchen Abstande dieser Gestirne der ganze Durchmesser unserer Erdbahn kaum mehr eine Secunde haben könnte, so würden jene Centralkörper, wenn sie im Mittelpunkte unseres Planetensystems stünden, mehr als unsere ganze Erdbahn ausfüllen.

Was von den Doppelsternen gesagt wurde, gilt auch von den sehr merkwürdigen zusammengesetzten Systemen, in welchen nicht zwey, sondern vier, sechs und mehrere Sterne zu einem Ganzen so vereinigt sind, daß sie um einen gemeinschaftlichen Schwerpunkt in einer wundervollen Harmonie sich zu bewegen scheinen. Welche Vollkommenheit der Analyse mag da nöthig seyn, die gegenseitigen Bahnen und Störungen so vieler sich umkreisenden Sonnen, und die ihrer zahllosen Planeten und Cometen zu bestimmen. So sind bey ε Leyer und ϑ Orion je zwey und zwey zu einem Doppelpaar oder zu einem vierfachen Stern vereiniget, und σ Orion besteht sogar aus einem Systeme von 16 Sternen.

Schon für das unbewaffnete Auge unterscheiden sich die Fixsterne durch ihre sogenannte scheinbare Größe, die aber vielleicht oft nur das Resultat der größeren oder kleineren Intensität ihres Lichtes ist, so daß z. B. ein in der That kleinerer und weiter entfernter Stern uns doch größer erscheinen kann, wenn sein Licht eine größere intensive Kraft hat. Daß aber das Licht der Fixsterne sehr unter einander verschieden seyn mag, zeigt schon die Farbe derselben. Herschel bemerkt neun tiefgranatfarbige, fünf lichtgrüne, zehn rothe Sterne u. s. f. Besonders auffallend ist dieser Unterschied der Farben

bey den Doppelsternen: so ist bey Castor der große gelblich weiß, der kleine weißblau: Bey γ Löwe der große röthlich, der kleine grün; bey p Schlange der große gelblich, der kleine roth; bey 61 Schwan der große gelb, der kleine tiefroth; bey γ Andromeda, ε Bootis, α Hercules und β Schwan, der große gelb, der kleine blau.

Hier ist auch die Aenderung anzuführen, welche man in verschiedenen Zeiten, an der Farbe sowohl, als auch an der Größe der Fixsterne bemerkt hat. Sirius zeichnet sich jetzt durch sein blendend weißes Licht aus, während er den Alten durch seine rothe Farbe auffiel. Castor, der früher der größere unter den beyden Zwillingen war, erscheint jetzt kleiner als Pollux; α der Wasserschlange wurde von den früheren Beobachtern als ein Stern der ersten Größe bezeichnet, während er jetzt nur einer der zweyten ist; endlich α Adler ist jetzt einer der schönsten Sterne der ersten Größe, und wurde früher nur zu denen der zweyten gezählt. Besonders aber scheinen die sieben Sterne des großen Bären ihr Licht beständig zu ändern, so daß bald dieser bald jener als der größte erscheint; vorzüglich δ, den Tycho als der zweyten Größe aufführt, während er jetzt nur mehr der vierten ist. Es scheint daher das Licht dieser Gestirne großen Veränderungen unterworfen zu seyn, da wir die Ursache dieser auffallenden Unterschiede doch nicht in einer Aenderung ihrer wahren Größe oder ihrer Entfernungen, die durch keine Beobachtung angedeutet wird, suchen können.

Merkwürdiger noch sind die sogenannten veränderlichen Sterne, deren scheinbare Größe periodisch ab- und zunimmt. Der erste und vorzüglichste, der uns in dieser Beziehung bekannt wurde, ist Algol im Medusenkopfe, der in der sehr kurzen Periode von 2 Tagen 20 Stunden 49 Minuten von der zweyten bis zur vierten Größe sich ändert, und zwar so, daß er 2 Tage 13 Stunden in seinem größten Glanze scheint,

dann schnell an Licht abnimmt, und in $3\frac{1}{2}$ Stunden schon sein schwächstes Licht, aber auch schon in den folgenden $3\frac{1}{2}$ Stunde wieder sein hellstes Licht erreicht, so daß die ganze Periode der Verdunklung nur 7 Stunden, und die eigentliche Zeit des schwächsten Lichtes nur 18 Minuten währt. Eben so verändert sich δ Cepheus in 5 Tagen 8 Stunden von der 3ten zur 5ten Größe; η Antinous in 7^{T} 4^{St} von der 4ten zur 5ten Größe; α Herkules in 60 Tagen von der 3ten zur 4ten; der sogenannte wunderbare Stern im Wallfisch (Mira Ceti) hat eine Periode von 332 Tagen, und ist zur Zeit seines schönsten Lichtes der zweyten Größe, während er zur Zeit seines schwächsten Lichtes oft selbst durch Fernröhre beynahe ganz unsichtbar wird, auch scheint es, daß er jene Periode nicht immer genau beobachtet. Eben so nimmt χ in Schwan ($\alpha = 295° \; 43' \; \delta = + \; 32° \; 25'$) in einer Periode von 407.4 Tagen von der 3ten oder 4ten Größe oft bis zum völligen Verschwinden ab, und es scheint, daß diese Periode seines Lichtwechsels früher kürzer gewesen ist. Man hat von diesen sonderbaren Erscheinungen nicht ganz hinreichende Erklärungen gegeben. Die natürlichste derselben ist die, daß die Sterne gleich unserer Sonne sich um ihre Axe drehen, und daß ihre eine Seite ein schwächeres Licht hat, oder mit größeren dunklen Flecken bedeckt ist. Andere lassen große dunkle Planeten um diese Sterne sich bewegen, die dann, wenn sie zwischen uns und den Stern treten, uns das Licht des letzteren rauben. Noch andere nehmen die Gestalt dieser veränderlichen Sterne linsenförmig an, so daß sie, wenn sie während ihrer Rotation uns die scharfe Kante zeigen, viel weniger Licht zu uns senden, als wenn sie uns ihre breite Seite zuwenden. Es ist aber auch möglich, und selbst wahrscheinlich, daß dieser Lichtwechsel eine weniger mechanische Ursache hat, und daß diese Sterne ihre Nacht, oder die Periode ihres Nachlasses jener Naturthätigkeit, aus welcher

ihr Selbstleuchten folgt, selbstständig auf ihrer Oberfläche aufgehen lassen, und daß der bemerkte Wechsel nur eine Wirkung der An- und Abspannung jener inneren Thätigkeit dieser Gestirne ist.

Welche Revolutionen müssen aber auf der Oberfläche dieser Körper vorgehen, um diese periodischen Abwechslungen oder jene Veränderung der Größe und Farben derselben hervorzubringen. Und doch sind sie vielleicht nur als Spiele gegen jene entsetzliche Catastrophen zu betrachten, welche diejenigen Sterne erlitten haben, die ganz am Himmel erloschen sind, und deren Ort an demselben nicht mehr gefunden wird. Am 11. November 1572 entdeckte Tycho in der Cassiopeia einen hellen Stern, der gleich anfangs, als wenn er plötzlich entstanden wäre, selbst Jupiter und Venus an Glanz übertraf, sogar am Tage sichtbar war, und durch die ganze Zeit seiner Beobachtung seinen Ort am Himmel nicht änderte, auch keine Parallaxe zeigte; aber nach einem Jahre allmählig wieder an Glanz abnahm und endlich 16 Monathe nach seiner Erscheinung im März 1574 gänzlich verschwand, ohne daß man seit dem eine Spur von ihm auffinden konnte. *) War das ein dunkler Körper, der durch irgend einen für ihn verderblichen Zufall in Brand gerieth, und sich auflöste, um an derselben Stelle für immer zu erlöschen, die er auf einige Augenblicke Millionen von Meilen mit seinem Lichte erfüllte? Es kann in der That eben so viele und vielleicht eben so große dunkle Körper des Himmels geben, als wir leuchtende sehen, ja es ist wahrscheinlich, daß eben die größten, wenn sie auch wie die Sonne einer Lichtentwicklung auf ihrer Oberfläche fähig sind, doch durch die gewaltige Anziehung ihrer eigenen Masse das Licht zurückhalten, und es an seiner Ausströmung hindern. Denn 10. October 1604

*) Auch in den Jahren 945 und 1264 soll man in der Cassiopeia einen neuen Stern einige Zeit lang gesehen haben.

entdeckte Kepler einen Stern der ersten Größe im östlichen Fuß des Ophiuchus, der nach einem Jahre ebenfalls völlig verschwand. Den 20. Junius 1670 sah Cassini am Kopfe des Schwans einen Stern der dritten Größe, der schon nach zwey Monathen zu der fünften herabsank, und bald darauf unsichtbar wurde; in dem folgenden Jahre erschien er wieder mit schnellem auflodernden Lichtwechsel und verschwand endlich nach einem Jahre gänzlich, vielleicht auf immer. Diese Erscheinungen mögen unter den kleineren und selten beobachteten Sternen noch viel häufiger seyn, und wenn wir in den älteren Stern-Catalogen viele der darin aufgeführten selbst größeren Sterne nicht finden, während uns andere am Himmel glänzen, die unsern Vorgängern unbekannt waren, so können doch nicht alle der Nachlässigkeit der früheren Beobachter oder ihren Rechnungs- und Schreibfehlern zugeschrieben werden. In der That, warum sollte nicht Wachsen und Abnehmen, Entstehen und Vergehen, Leben und Tod dort oben eben so wechseln, wie wir dieß hier unten bey allen Werken der Natur bemerken? Daß unter diesen großen Körpern des Himmels, wie hier unter den kleinern unseres Planetensystemes, auch gegenseitige Reibungen und Störungen und vielleicht selbst Vernichtungen statt haben, zeigt uns schon die eigene Bewegung derselben, von welchen nur wenige, vielleicht keine ausgenommen sind.

Wenn man nähmlich von zwey, z. B. am Anfange und Ende eines Jahrhunderts beobachteten Orten eines Sterns alle bekannten kleinen, bloß scheinbaren Bewegungen desselben, Aberration, Nutation und Präcession wegnimmt, so sollten dann beyde so corrigirte Rectascensionen oder Declinationen dieselben seyn. Dieses ist aber bey keinem Fixsterne der Fall, und die oft bedeutende Differenz kann nicht gut anders, als aus einer eigenen Bewegung derselben erklärt werden. So ist nach Piazzi die hundertjährige eigene Bewegung

		in Rectascension.	in Poldistanz
von	η Cassiopeia	178″	72″
=	μ Cassiopeia	570	165
=	e Eridanus	430	83
=	δ großer Bär	200	10
	Arctur	117	196
=	χ Drache	172	40

Es ist merkwürdig, daß auch bey vielen Doppelsternen die eigene Bewegung bey beyden Sterne nahe dieselbe ist, zum Beweise, daß sie wirkliche, nicht bloß scheinbare Doppelsterne sind. Denn wenn sie bloß nahe auf derselben Gesichtslinie, übrigens aber weit hinter einander stünden, so würde ihre gemeinschaftliche eigene Bewegung uns wohl nur sehr selten gleich groß erscheinen. So hat jeder der beyden Doppelsterne von 61 Schwan eine säculäre Bewegung von 534″ in Rectascension, und von 315″ in Poldistanz, also nicht nur eine gleiche, sondern auch eine sehr große eigene Bewegung, woraus man auf die größere Nähe dieses Sternenpaares schließen wollte, eine Voraussetzung, die sich aber nicht bestätiget hat, da die mit Sorgfalt angestellten Beobachtungen an diesen beyden Sternen durchaus keine merkbare jährliche Parallaxe gegeben haben. Uebrigens kann ein großer Theil dieser so genannten eigenen Bewegung der Sterne doch nur wieder eine scheinbare seyn, und von der eigenen Bewegung unserer Sonne kommen, durch welche sie ihr ganzes Planeten- und Cometensystem mit sich im Raume fortführt. Ein gänzlicher Mangel der eigenen Bewegung aber läßt sich bey den Fixsternen nicht denken, da sie sonst durch ihre gegenseitige Anziehung aufeinander stürzen und sich zerstören würden. Bey unserer Sonne ist das Daseyn, ja die Nothwendigkeit einer eigenen Bewegung derselben im Raume schon durch die Existenz ihrer Rotation erwiesen, da diese Rotation nur durch einen anfänglichen Stoß entstanden seyn kann, dessen Richtung nicht durch den Mittelpunkt der Sonne ging,

und der ihr daher zugleich eine progressirte Bewegung geben mußte. (I. S. 375) Herschel und Prevot haben sich bemüht, wenigstens die Richtung dieser Bewegung der Sonne aus den Beobachtungen zu bestimmen, indem sie die Orte des Himmels aufsuchten, wo die Sterne immer weiter auseinander zu rücken scheinen, etwa wie die Bäume eines Waldes, denen wir uns allmählig nähern. Sie fanden, daß unser Sonnensystem jetzt sich in gerader Linie auf das westliche Knie des Hercules zu bewege, dessen Rectascension 246° und Poldistanz 40° ist. Allein genauere Untersuchungen haben nicht nur die Unrichtigkeit dieser Angabe, sondern auch zugleich gezeigt, daß mit unserer gegenwärtigen noch sehr unvollkommenen Kenntniß der eigenen Bewegung der Fixsterne es sehr schwer ist, über die Richtung oder Größe dieser Bewegung unseres Sonnensystemes jetzt schon einen gegründeten Ausspruch zu thun.

Schon der erste Anblick mancher dieser Gestirne scheint von ihrem immerwährenden Wechsel und von dem Wachsthume und der Abnahme derselben zu zeigen, da selbst unter den Sternen der ersten Größe einige, seit man sie kennt, seit Jahrtausenden an ihrem Lichte immer schwächer und matter, gleichsam immer älter werden, und ihr beschwerliches Daseyn nur mühsam noch hinziehen, während andere neben ihnen in dem Feuer ihrer Jugendjahre sich erheben, und der Kraft ihres mänplichen Alters stolz entgegengehen. Wer je den Sirius mit dem Aldebaran verglichen hat, wird diese Verschiedenheit sehr auffallend gefunden haben. Der letzte, der größte unter den Hyaden, obschon ein Gestirn der ersten Größe, dämmert nur noch in einem matten planetarischen Lichte, das wenig Strahlen wirft, und durch seine trübröthlichte Farbe, dem einer allmählig verlöschenden Kohle gleich, das hohe kraftlose Alter dieses Gestirnes zu verkündigen scheint, während Sirius im Gegentheile in einem lebhaften

scintillirenden Lichte glänzt, oder vielmehr flammet, und indem er seine Strahlen, denen des Blitzes gleich, weit um sich herumsprüht, in starken Fernröhren eine Art von Morgenröthe vor sich hergehen läßt, die das ganze Feld des Rohres vergoldet, und immer lebhafter wird, bis er endlich selbst, der König der Gestirne, eine zweyte Sonne, in strahlender Majestät eintritt, und die Augen des Beobachters blendet.

Wie groß aber auch die Veränderungen seyn mögen, welchen die einzelnen Sterne des Himmels unterworfen sind, so sind sie doch noch nicht mit den viel größeren und weiter verbreiteten Revolutionen zu vergleichen, welche die noch ungleich weiter von uns entfernten Nebelflecke erfahren. Auch hat man an vielen dieser merkwürdigen Himmelskörper Bewegungen entdeckt, die bey der ungemeinen Entfernung derselben von uns in der That an das Ungeheure gränzen. So hat der 246ste der II. Herschelschen Classe, und der 201 und 616te der III. Classe seine Stelle gegen benachbarte Sterne der fünften oder sechsten Größe bedeutend geändert, und der 5te der IVten Classe bedeckte bey seiner Entdeckung mit dem Mittelpunkte seines großen, gegen zwanzig Minuten ausgedehnten Nebels einen schönen hellen Stern, während er schon nach zwey Jahren diesen unverrückt an seiner Stelle gebliebenen Stern schon an dem Rande seines Nebels sehen ließ, so daß, wenn die Entfernung dieses Nebelflecks auch nur zu zehn Sternweiten angenommen wird, seine Bewegung während einem Jahre gegen 60000 Erdweiten beträgt, und daher seine Geschwindigkeit nahe der des Lichtes gleich ist, welches in einem Jahre 64000 Erdweiten zurücklegt. Einer der merkwürdigsten derselben, in der Andromeda, der sogar schon dem bloßen Auge sichtbar ist, scheint früher gar nicht da gewesen zu seyn, da er in den älteren Sternverzeichnissen nicht angeführt wird. In dem bekannten großen

Nebel Orions hat man seit dessen Entdeckung durch Huyghens häufig sehr bedeutende Aenderungen seiner Gestalt bemerkt, und im Februar des Jahres 1800 sah Schröter in demselben eine hellglänzende, große Lichtkugel an derselben Stelle, an welcher früher kein, selbst durch die stärksten Telescope wahrnehmbarer Kernpunkt des Nebels gestanden war, und dieses nach sechs Tagen wieder verschwundene Lichtphänomen nahm einen Raum ein, der den Umfang der Erdbahn wenigstens zehnmahl übertraf. Zu derselben Zeit verschwand ein großer Seitenzweig dieses Nebels, den Schröter kurz zuvor genau beschrieben, und abgezeichnet hatte, sammt einem in diesem Zweige stehenden Stern gänzlich, und die Ausdehnung dieses Nebelzweiges übertraf nach Schröter über 700mahl den Umfang der Erdbahn.

Hier folgt ein Verzeichniß der vorzüglichsten Nebelflecke nach Herschel. Die erste Columne enthält die Rectascension, die zweyte die Poldistanz, beyde für 1820; in der dritten sind die von Herschel angenommenen Classen der Nebelflecke mit I. II. III... bezeichnet, so daß die Classe I. die hellglänzenden, II. die schwach erleuchteten, III. die sehr schwach erleuchteten, IV. die planetarischen Nebel, oder überhaupt Nebel von merkwürdiger Gestalt; V. sehr große Nebelflecke, VI. reiche Sternhaufen, VII. sehr dicht gedrängte Sternhaufen, und VIII. ungleich zerstreute Anhäufungen von Sternen enthält.

0^h 1′	63° 14′	IV. Ein Stern mit Haaren.
0 33	49 42	Der große Nebelfleck in der Andromeda, schon mit freyen Augen sichtbar. Er hat die Gestalt einer Raute, deren größere Diagonale 15 Minuten beträgt.
1 17	27 36	VII. Ein dichter, runder Sternhaufen von 7 Min. im Durchmesser.

1h 34′	29° 39′	VI. Ein schöner Sternhaufen mit vielen hellen Sternen, 15 M. Durchmesser.
1 38	84 58	IV. Ein Stern mit zwey, einander gegenüberstehenden Nebelarmen.
1 49	71 41	I. Rund, in der Mitte sehr hell, 4 Min. Durchmesser.
2 6	33 41	VI. Ein schön glänzender Sternhaufen, sehr reich, aber in der Mitte leer.
2 11	48 26	V. Großer heller Nebelfleck, 5 M. lang, 3 M. breit, in der Mitte dunkel.
2 37	98 20	I. Ausgebreitet, in der Mitte sehr hell.
2 53	47 49	IV. Ein heller Stern mit zwey armförmigen Strahlen.
3 5	93 35	IV. Ein Stern mit einem pinselförmigen Schweife 2 M. lang.
5 17	97 5	V. Eine sehr ausgebreitete neblichte Stelle.
5 27	95 0	Der große merkwürdige Nebelfleck im Orion.
5 38	89 48	IV. Ein Stern mit milchfarben Nebel.
6 1	96 18	IV. Ein schwacher Nebel mit einem kenntlichen Sterne in der Mitte.
6 18	99 34	VII. Ein Haufen sehr kleiner und gedrängter Sterne mit einigen größeren, in der Form eines Hakens.
6 23	79 42	IV. Ein heller Stern mit büschelförmigen Strahlen.
6 29	81 5	IV. Ein heller Stern mit einem sich fächerartig ausbreitenden Nebel, 2 M. lang.
7 19	23 55	V. Groß, hell und rund; die Mitte heller mit einem Kerne, 7 M. Durchmesser.
8 25	105 32	IV. Ein kleiner Stern mit einem fächerartigen Nebel.
8 41	55 55	I. Schön groß und hell, 8 M. lang, 3 M. breit.
9 20	43 29	I. Rund, in der Mitte sehr hell, 3 M. Durchmesser.
9 40	16 56	V. Ein großer, ausgebreiteter, im Fernrohre auflösbarer Nebelfleck, 7 M. lang, 6 M. breit.

9ʰ 53	48° 23′	IV. Stern mit zwey neblichten Armen, 1 M. lang.
10 4 5	85 42 39	I. Zwey Cometen ähnliche, helle Nebelflecke.
10 15	71 58	IV. Zwey Sterne mit pinselförmigen Strahlen.
10 16	107 32	IV. Hell, rund, 40 Sec. im Durchmesser.
10 26	51 50	I. In der Mitte sehr hell, 4 M. lang, 2 M. breit.
10 40	56 6	I. Zwey irreguläre und ausgebreitete Nebelflecke.
10 42	83 14	IV. Schwach, groß, Cometen ähnlich, in der Mitte hell mit Strahlen.
10 45	104 59	IV. Ein kleiner Stern mit pinselförmigem Schweife.
10 54	70 50	IV. Schwacher, runder Nebel, in der Mitte zwey Sterne mit Strahlen.
11 16	45 28	I. Sehr ausgebreitet mit Kern, 6 M. lang, 2 M. breit.
11 53	107 53	IV. Zwey große helle Nebelflecke an ihren Gränzen vereinigt.
11 54	44 27	IV. Rund, hell, Kern mit Haar, 5 M. Durchmesser.
12 7	41 8	I. Groß, ausgebreitet, in der Mitte sehr hell.
12 10	41 42	V. Glänzend heller Kern mit neblichten Strahlen, 15 M. lang.
12 24	88 55	IV. Großer Nebel, in der Mitte ein Stern mit Schweif.
12 27	63 2	V. Ein heller Lichtstrahl, 20 M. lang, 4 M. breit.
12 30	115 44	VI. Ein schöner reicher Haufen, äußerst gedrängt, kugelförmig.
12 52	93 37	IV. Hell mit Sternen, in der Form einer Klette (Herschel).
13 5	71 17	I. Ein glänzender, in der Mitte sehr dichter, kugelförmiger Sternhaufen, schon mit schwächeren Fernröhren gut zu sehen.

13h 3′	60°45′	I. Ein kugelförmiger, glänzend heller Sternhaufen, in der Mitte sehr dicht, schon mit mäßigen Fernröhren sichtbar.
14 4	92 18	IV. Zwey helle Sterne mit Strahlen.
15 0	33 35	I. Groß, ausgebreitet, mit zwey Strahlen.
15 9	87 16	I. Kugelförmig, glänzendhell, in der Mitte dicht, schon mit mäßigen Fernröhren sichtbar.
16 36	53 14	I. Glänzendhell, in der Mitte dicht und reich, mit mäßigen Fernröhren sichtbar.
16 38	91 54	I. Hell, in der Mitte dicht, ein glänzender kugelförmiger Nebel, schon mit mäßigen Fernröhren sichtbar.
16 47	93 48	I. Heller, kugelförmiger Sternhaufen, in der Mitte sehr gedrängt, durch mittelmäßige Fernröhre erkennbar.
16 50	116 0	I. Kugelförmiger, sehr heller Sternhaufen, in der Mitte dicht, mit mäßigen Fernröhren schon gut sichtbar.
17 13	46 51	I. Kugelförmiger Sternhaufen, glänzend hell, in der Mitte gedrängt, mit mäßigen Fernröhren schon sichtbar.
17 51	113 0	IV. Nebelfleck mit Doppelsternen, der Nebel hat in der Mitte eine dunkle Oeffnung.
17 52	113 26	V. Drey Nebelflecke, in ihrer Mitte ein Doppelstern.
17 53	114 28	V. Drey Nebelflecke dicht aneinander, in ihrer Mitte ein Doppelstern.
18 22	107 59	VI. Ein schöner Sternhaufen mit sehr viel kleinen Sternen.
18 41	96 28	Sternhaufen 4 M. im Durchmesser. Schon durch mäßige Fernröhre sichtbar, aber nur durch sehr gute in Sterne auflösbar.
18 47	57 11	Ein Nebelfleck in Gestalt eines Ringes, in der Mitte dunkel; die große Axe des Ringes verhält sich zur kleinen wie 5 zu 4.
19 10	60 8	Ein glänzend heller Sternhaufen von vielen sehr gedrängt stehenden Sternen. Schon mit mäßigen Fernröhren erkennbar.

19ʰ 42′	82° 34′	VIII. Ein Sternhaufen mit einem hellen Stern in der Mitte.
19 46	61 0	VIII. Ein heller Sternhaufen, dessen Mitte dunkel ist.
20 25	82 52	I. Groß und schön, in der Mitte sehr hell.
20 44	103 13	Ein kugelförmiger, sehr glänzender Sternhaufen von unzähligen Sternen; schon mit mäßigen Fernröhren sichtbar.
21 21	79 6	Wie der Vorhergehende.
21 24	91 32	Ein sehr lichtvoller Sternhaufen, dessen einzelne Sterne in der Mitte schon mit einem dreyfüßigen Fernrohre erkannt werden.
21 30	114 4	Ein glänzender Sternhaufen, dessen Schimmer gegen die Mitte stark wächst, wo die Sterne sehr gedrängt stehen. Unregelmäßig rund. Gegen Norden stehen zwey Reihen heller Sterne.
22 29	56 41	I. Sehr ausgebreitet, durch gute Fernröhre auflösbar.
23 41	22 57	VII. Ein irregulärer Sternhaufen, dessen Mitte von Sternen leer ist.

Wenn schon die oben erwähnten geringeren Wechsel in der Farbe oder Gestalt eines Nebelfleckes, den wir kaum mit den stärksten Telescopen bemerken, bedeutende Folgen für ihn selbst nach sich ziehen müssen, welche Zerstörungen, welche gänzliche Umwandlungen mögen erst jene Aenderungen seiner Gestalt begleiten, die wir in dieser Entfernung noch so deutlich sehen; diese Catastrophen, wodurch eine veraltete Welt, wodurch ganze Heere von Welten in ihr ursprüngliches Chaos zurückstürzen, oder neue Sonnen aus dem dunklen Schooße des Abgrundes sich hervorwinden. Schon die oft sehr verschiedene Gestalt dieser Gegenstände scheint eine immer rege innere Thätigkeit, so wie die verschiedenen Grade ihrer Ausbildung gleichsam ein verschiedenes Alter derselben zu verkündigen, daher man sie auch nach dieser Stufenfolge ihrer Ausbil-

dung wesentlich von einander in verschiedene Ordnungen eingetheilt hat.

Auf der ersten Stufe der Entwicklung scheinen jene chaotisch gestalteten, noch undeutlich begränzten, aber doch von dem über den ganzen Himmel ergossenen Lichtäther schon geschiedenen Nebel zu stehen, welche auch das stärkste Fernrohr nur als einen ungleichen Schimmer ohne bedeutende isolirte Lichtpunkte erkennt, in welchen aber die meisten und stärksten Veränderungen, besonders des äußeren Umrisses vorzugehen pflegen.

Die zweyte Stufe nehmen die Nebelflecken ein, welche sich aus dem Mittel, in welchen sie entstanden, bereits losgewunden haben, schon deutlicher, aber doch noch unregelmäßig begränzt sind, und sich auch bereits durch einen helleren Glanz auszeichnen. Hierher gehört der Nebel in dem Gürtel Orions.

In den Nebeln der dritten Classe findet sich bereits der Anfang eines düstern Kernpunktes, indem sie gegen ihre Mitte einen zunehmenden Glanz zeigen, der bey einigen nur eben zu erkennen ist, bey anderen schon deutlicher hervortritt, und wieder bey anderen bereits zu einem eigentlichen hellglänzenden Stern sich ausgebildet hat. Die Verschiedenheit der Körper dieser Classe ist sehr groß nach den Graden ihrer Entwicklung. So sieht man Nebelflecken, bey welchen die sie umgebende Lichthülle schon so weit in den Kern desselben übergangen ist, daß nur noch zwey schwache Aeste zu beyden Seiten des Kerns übrig sind; andere, in welchen sich zwey Kerne gebildet haben, die den Stoff ihrer gemeinschaftlichen Photosphäre, die sich um sie in lichten Kreisen anlegt, anziehen; hier haben die beyden Kerne bereits den größten Theil der sie umgebenden Lichthülle absorbirt, und sind nur noch durch ein nebelartiges, geradlinigtes Band mit einander verbunden; dort wirft ein bereits mit einem Sternglanze leuch=

tender Kernpunkt einen Strahlenbüschel in Pinselform oder fächerartig aus, an dessen anderem Ende sich der künftige Gegenkern zu entwickeln, und das Licht des ersten an sich zu reißen sucht; bey anderen endlich ist der frühere Nebel beynahe gänzlich verschwunden, und die Sterne treten siegend aus ihrem Kampfe mit den Elementen in dem reinen Glanze von doppelten oder vielfachen Sternen hervor, und diese bilden die vierte Classe, oder die Sternhaufen, welche sich dem bewaffneten Auge ganz und vollkommen in reine Sterne ohne Nebel auflösen, wie der im Krebs und in dem Siebengestirn.

Ueberdieß gibt es noch manche andere Gestirne, die zu keiner der vorhergehenden Classen gezählt werden können; einzelne Sterne, die mit einem gewaltigen kugelförmigen Nebel von drey bis vier Minuten im Durchmesser umgeben sind; zwey oft beträchtlich von einander entfernte Fixsterne, welche durch einen kreisförmigen oder elliptischen Nebel in Verbindung stehen; endlich Nebelflecken, die einen regelmäßigen concentrischen dunklen Flecken in ihrer Mitte haben, und wahrscheinlich sehr entfernte Ringe von Millionen Sternen oder Sternenwelten mit einer großen Oeffnung in ihrer Mitte darstellen.

Nicht minder merkwürdig sind die dunklen, ganz lichtlosen Stellen am Himmel, von denen die merkwürdigsten jene zwey großen schwarzen, unter dem Nahmen der Kohlensäcke bekannten Flecken sind, welche am südlichen Himmel mitten in der dort sehr hell leuchtenden Milchstraße erscheinen. Ueberhaupt hat man beynahe ohne Ausnahme bemerkt, daß die schönsten Lichtnebel an ihren Gränzen von solchen dunklen Stellen umgeben, und daß die reichsten Lager derselben immer da anzutreffen sind, wo der Himmel eine Leere, gleichsam eine Lücke von Sternen hat. So gibt es in der Bildhauerwerkstätte und in dem Haupthaare der Berenice,

so wie selbst in der Jungfrau nur wenige und ganz kleine Sterne, während sich an diesen Stellen des Himmels die Nebelflecken so häufen, und so dicht an einander drängen, daß sie diese Gegenden wie eine Dämmerung überziehen, die selbst dem bloßen Auge schon bemerkbar ist. Nahe an der Milchstraße, am Scorpion, bemerkt man eine dem bewaffneten Auge sehr auffallende tief dunkle Stelle ohne Stern und Lichtnebel, während ganz nahe bey ihr eines der reichsten Nebellager steht. Eine ähnliche ganz sternleere Oeffnung ist in der Gegend des Fuchses, und unmittelbar an ihr einer der ausgezeichnetsten Lichtnebel; und um den Nebelfleck im Orion zieht sich nach allen Seiten eine auffallende gänzliche Finsterniß her — kurz diese Nachbarschaft der beyden Extreme fand Herschel so oft am Himmel, das er immer, so oft er einen dunklen Flecken mit seinem Fernrohre begegnete, daraus auf die Nähe eines hellen schloß, und beynahe nie in seiner Erwartung getäuscht wurde.

Wahrscheinlich sind diese dunklen Flecken durch die Absorbtion des Lichtstoffes von den benachbarten hellen Körpern entstanden, so wie die Kohlensäcke und die dunkle Mitte des erwähnten Sternenringes vielleicht die Brandstellen zusammengestürzter Sonnensysteme sind, so wie endlich die zu den Zeiten Tychos und Keplers plötzlich erschienenen neuen Sterne durch irgend einen Zufall in Brand gerathene, hellauf lodernde Welten anzuzeigen scheinen.

Wenn wir alle diese wundervollen Erscheinungen mit einem Blicke übersehen, so können wir uns kaum des Gedankens enthalten, daß der Himmel ein endloser Garten ist, der in einer unabsehbaren Reihe blühender Beete die mannigfaltigsten Pflanzen auf allen Stufen ihres Wachsthumes enthält. Und warum sollten nicht auch die Körper des Himmels, wie die Zierden unserer Fluren, warum sollten nicht auch dort die einzelnen Gestirne und selbst ganze Welten von

Gestirnen, wie hier die Geschöpfe unserer Erde, einer stufenweise fortgehenden Ausbildung und Umwandlung unterworfen seyn können? Hier bemerken wir einen noch unförmlichen, beynahe gestaltlosen Klumpen Lichtes, dessen Durchmesser mehrere Millionen Meilen hat: er ist das Chaos einer künftigen Welt, und die Veränderungen die wir in ihm, wie in dem Nebel Orions vorgehen sehen, verkündigen uns auch in dieser unermeßlichen Ferne die schaffende Kraft der Natur, und die Catastrophen, welche jene Massen erleiden müssen, um nach Jahrtausenden vielleicht nur eine regelmäßige Gestalt zu gewinnen, und nach beygelegtem wilden Kampfe der Elemente durch Millionen von anderen Jahren ihrer weiteren Ausbildung entgegen zu gehen. Dort sehen wir andere, welche sich aus dem ersten chaotischen Zustande bereits herausgewunden, welche durch die Anziehung ihrer Theile bereits eine regelmäßige Gestalt gewonnen haben, aber deren Ausbildung noch nicht so weit vorgerückt ist, um einem vorherrschenden Mittelpunkte der Anziehung das Daseyn zu geben, daher ihr schwaches Licht noch über die ganze Masse gleichförmig vertheilt ist. Andere in ihrem Wachsthume mehrere Jahrtausende vorausgeschritten, entwickeln bereits in ihrer Mitte einen deutlich hervortretenden Centralpunkt, um welchen die Lichtmasse des Ganzen sich bereits dichter angehäuft hat. Wieder in anderen hat dieser Centralpunkt sich bereits zu einem vollkommenen Sterne ausgebildet, der aber noch mit einer dichten Atmosphäre von Lichtstoff umgeben ist, welchen die präponderirende Kraft des bereits entwickelten Mittelkörpers in den nächsten Jahrtausenden entweder an sich ziehen wird, oder aus welchem sich selbstständig andere jüngere Sonnen entwickeln werden, die der ältern und mächtigern, aus deren Umgebung sie entspringen, gehorchend, ihre Bahnen um sie beschreiben, oder wenn sie Kraft genug erhalten, sich dem Wirkungskreise ihres frühe-

ren Beherrschers zu entziehen, oder doch ihm das Gleichgewicht zu halten, die Masse des um sie verbreiteten Stoffes unter sich theilen werden. Oft bemerkt man bey diesen noch im Kampfe begriffenen künftigen Herrschern die Lichtstrahlen in ungeheuren Büscheln, welche sie zu vereinigen scheinen, und durch welche sie sich endlich von einander losreißen werden, um jeder in seinem Gebiethe, ungestört von dem anderen, zu walten. Wo der Zufall nicht mehr den Einen auf Kosten aller anderen begünstigen wollte, wo in dem ursprünglich chaotischen Zustande mehrere Punkte zugleich vorherrschten, und jeder derselben den ihn zunächst umgebenden Stoff mit Macht an sich zog, da bildet sich ein großes System unzähliger einander coordinirten Sonnen, eine neue Milchstraße: dort, in jener jüngeren, sind diese Heere der neuen Schöpfung noch ohne Ordnung im Kampfe um den Vorrang, während hier der ungleiche Streit bereits sein Ende erreicht hat, und der mächtigste Krieger, der Held der neuen Welt, die Früchte seines Sieges genießend, sich bereits in dem Mittelpunkte seines Gebiethes den erhabenen Thron errichtet, und die anderen Mächtigen, früher seine Gegner, und nun die Großwürdenträger seines neuen Reiches in schweigendem Gehorsam rings um sich versammelt, bis an die äußersten Gränzen des unermeßlichen Gebiethes die Wirkungen seiner Macht und die Strahlen seiner Herrlichkeit versendend, so daß selbst wir noch in einer Entfernung von Myriaden von Meilen die Majestät des neuen Herrschers und den Abglanz der geregelten, vollendeten Schöpfung, als eine der prachtvollsten Erscheinungen des gestirnten Himmels bewundern.

Bisher haben wir die Ausdehnung des Raumes der Schöpfung und die Anzahl der in ihm enthaltenen Gestirne, weil unsere eigene Beschränktheit es so forderte, immer noch mit uns bekannten Maßen zu messen, und mit unseren Zahlen zu zählen uns bemüht, um uns so viel möglich die Größe

beyder gleichsam zu versinnlichen. Allein welchen Grund haben wir, etwa den unserer Unbegreiflichkeit ausgenommen, jener Ausdehnung und dieser Anzahl irgend eine Gränze zu setzen, und nicht vielmehr beyde als in der That unendlich groß anzunehmen? Je vollkommener unsere Fernröhre sind, desto mehrere und immer kleinere Fixsterne treten aus der Tiefe des Himmels vor unser staunendes Auge, und nichts, scheint es, hindert uns, eine immer größere Vollkommenheit jener, so wie eine immer größere Anzahl dieser, bis ins Unendliche fort, wenigstens zu denken.

Man hat gegen diese Annahme eingewendet, daß, wenn die Anzahl der Sonnen oder der Fixsterne in der That unendlich groß wäre, uns auch jeder Punkt des Himmels eben so hell, wie unsere eigene Sonne, erscheinen müßte, da jede Linie, die wir von unserem Auge nach irgend einen Punkt des Himmels gezogen denken, nothwendig auf einen der unzähligen Fixsterne treffen, und also jeder Punkt des Himmels uns Fixsternlicht, oder Sonnenlicht zu senden müßte, weil jener Annahme gemäß nicht bloß das ganze Himmelsgewölbe in jedem noch so kleinen Theile desselben von einem Stern bedeckt seyn, sondern da diese Sterne noch überdieß in unendlichen Reihen hinter einander stehen, sie sich auch unter einander selbst wieder bedecken müßten. Unter dieser Voraussetzung würde aber die auf der Erde herrschende Hitze jene, welche unsere Sonne auf ihr hervorbringt, über neunzigtausendmahl übertreffen, und die uns von allen Seiten umgebende Helligkeit würde so groß seyn, daß wir unsere eigene Sonne nur mühsam an ihren Flecken entdecken, daß wir den Mond und die Planeten bloß als dunklere Scheiben auf dem sonnenhellen Himmelsgrunde unterscheiden, und daß wir von dem ganzen Fixsternhimmel so viel wie gar nichts, oder nur ein nach allen Seiten gleichförmig vertheiltes blendendes Licht sehen würden. — Da dieses alles gegen unsere Erfahrungen

ist, da wir vielmehr auch in der reinsten Nacht und mit unseren besten Fernröhren immer noch einen großen Theil des Himmels von Fixsternen unbedeckt erblicken, so scheint diese Erfahrung allerdings jener Annahme einer unendlichen Anzahl von Fixsternen zu widersprechen, wie sie denn auch schon von Halley gebraucht wurde, jene Voraussetzung selbst zu bestreiten.

Allein unser verdienstvoller Olbers, von dem ich die folgenden Betrachtungen entlehne, machte der Erste darauf aufmerksam, daß seine Folgerung aus der unendlichen Zahl den Sterne offenbar voraussetzt, daß der Weltraum vollkommen durchsichtig sey, oder daß das Licht, aus parallelen Strahlen bestehend, in jeder Entfernung von dem strahlenden Körper ganz ungeschwächt bleibe. Es ist aber, wie schon oben bemerkt wurde, sehr unwahrscheinlich, daß der Raum, welcher zwischen den Gestirnen des Himmels enthalten ist, völlig leer ist, da die nach allen Seiten zerstreute Schweifmaterie der Cometen, da der Stoff des Zodiacallichtes (S. I. 431) und das Licht selbst, welches aus jenen Gestirnen nach allen Richtungen ausströmt, hinreichen, jene absolute Durchsichtigkeit des Weltraumes zu hindern, wenn er auch nicht vielleicht mit einer eigenen Materie, dem Aether, angefüllt ist.

Wenn man aber auch nur einen noch so geringen Grad der Undurchsichtigkeit dieses Raumes annimmt, wenn man z. B. voraussetzt, daß von 800 Strahlen, die Sirius, vielleicht der nächste der Fixsterne, zu uns sendet, 799 in der That zu uns kommen, oder daß von der Helligkeit dieses Sterns, durch die Wirkung jener Undurchsichtigkeit des Weltraumes, nur der $\frac{1}{800}$ste Theil verloren gehe, so wird schon dieser sehr kleine Grad von Undurchsichtigkeit mehr als hinreichen, uns das unendlich ausgedehnte Heer der Fixsterne doch nur so erscheinen zu lassen, wie wir es in der That erblicken.

Nach photometrischen Grundsätzen für homogene, nicht ganz durchsichtige Mittel, wenn man sich das Licht in einzelne, aus unter sich parallelen Strahlen gebildete Strahlencylinder getheilt vorstellt, verhält sich nähmlich der Logarithmus der Dichte des Lichtes in diesen Strahlencylindern, oder was dasselbe ist, der Helligkeit des leuchtenden Körpers, wie die Entfernung des Lichtes von dem Körper, aus welchem es gekommen ist, oder wenn diese Entfernung x und die ihr entsprechende Helle des Körpers y heißt, so ist $\log y = -ax$ oder $\log \frac{1}{y} = ax$, wenn die Helle der Sonne als Einheit angenommen wird. Um die constante Größe a zu bestimmen, sey für Sirius, dessen Distanz x wir für die Einheit der Entfernung annehmen wollen, der vorhergehenden Voraussetzung gemäß, die Helle $y = \frac{799}{800}$, so ist $a = \log \frac{800}{799} = 0.0005432$ also $\log a = 6.73496$. Um z. B. zu sehen, in welcher Entfernung Sirius, oder irgend ein anderer ihm gleicher Fixstern nur mehr die Hälfte der Helle, die er jetzt für uns hat, geben würde, hat man $y = \frac{1}{2}$, also

$$\log \frac{1}{y} = 0.30103 \text{ und } \log 0.30103 = 9.47861$$

$$\log a = \underline{6.73496}$$

$$\log x = 2.74365$$

oder es ist $x = 554$, das heißt, in einer 554mahl größern Entfernung, oder erst in dem Abstande von 554 Siriusweiten würde dieser Stern die Hälfte der Helle haben, welche er jetzt hat, die Helle, nicht aber die Lichtstärke, denn diese letzte ist gleich der Helle mit der scheinbaren Größe multiplicirt, und da die scheinbare Größe der Scheibe eines Gestirns sich wie verkehrt das Quadrat seiner Entfernung verhält, so ist für jede Entfernung x die Lichtstärke gleich $\frac{y}{x^2}$, also für unser Beyspiel die Lichtstärke $\frac{0.5}{554^2} = \frac{1}{613800}$

oder die Lichtstärke eines dem Sirius gleichen Sterns wird in einer 554mahl größern Entfernung schon über 600000mahl schwächer seyn, als die jetzt von uns bemerkte Lichtstärke des Sirius ist. In einer 5520mahligen Entfernung wird die Helle jenes Fixsterns $\frac{1}{1000}$, aber seine Lichtstärke nur mehr der $\frac{1}{305000000000}$ste Theil der Lichtstärke des Sirius seyn. — Der Vollmond hat nur den $\frac{1}{300000}$sten Theil der Helle der Sonne. Setzt man also $y = \frac{1}{300000}$, so gibt die vorhergehende Gleichung $x = 10083$, oder in einer Entfernung von 10000 Siriusweiten ist die Helle der Fixsterne nur mehr so groß, wie die des Vollmondes, und es werden daher eine ungemein große Menge so entfernter Sterne in einen sehr dichten Sternhaufen vereinigt seyn müssen, um ihn, selbst mit unsern besten Fernröhren, noch als einen sehr blassen Nebelfleck zu erkennen.

Man kann daher, da der oben vorausgesetzte Lichtverlust von $\frac{1}{800}$ wahrscheinlich noch viel zu klein ist, mit Sicherheit annehmen, daß alle Sterne, deren Entfernung von uns über 10 oder 20 tausend Siriusweiten beträgt, uns schon völlig unsichtbar sind, und daß sie also zur Helligkeit des Himmelsgrundes nichts mehr beytragen können.

Es bleibt daher nach dieser von Olbers gegebenen Erklärung jenes bloß scheinbaren Widerspruches noch immer höchst wahrscheinlich, daß nicht bloß der Raum, in welchen wir mit unseren besten Fernröhren noch vorzudringen vermögen, sondern daß überhaupt der ganze endlose Raum der Schöpfung mit einer ebenfalls unendlichen Anzahl von Himmelskörpern angefüllt ist, obschon vielleicht nicht alle derselben selbstleuchtend, und viele von einer Beschaffenheit seyn mögen, von welchen wir uns gar keinen Begriff zu machen im Stande sind. In der That können wir uns zwar einen unendlichen Raum mit unserem Verstande nicht mehr vorstellen — aber eben so wenig können wir einsehen, warum jener

Raum irgendwo eine Gränze haben, und was dann jenseits dieser Gränze seyn sollte.

Um jenen Raum der Schöpfung, sagt Kant, in einem Verhältnisse mit der unendlichen Macht des Schöpfers zu denken, müssen wir ihn selbst unendlich, also ohne alle Gränzen annehmen. Man kömmt der Unendlichkeit der Schöpfungskraft Gottes nicht näher, wenn man den Raum ihrer Offenbarung in eine Sphäre mit dem Radius der Milchstraße beschrieben einschließt, als wenn man ihn in eine Kugel beschränken will, die einen Zoll im Durchmesser hat, da alles, was endlich ist, seine Schranken und sein bestimmtes Verhältniß zur Einheit hat, also von dem Unendlichen immer gleich weit entfernt bleibt. Nun wäre es ungereimt, die Gottheit mit irgend einem solchen unendlich kleinen Theil ihres schöpferischen Vermögens in Wirksamkeit zu versetzen, und ihre übrige unendliche Kraft, den Schatz einer wahren Unermeßlichkeit von Naturen und Welten unthätig, und in einem ewigen Mangel von Ausübung verschlossen zu denken. Es ist vielmehr anständig, oder besser zu sagen, nothwendig, den Inbegriff der Schöpfung sich so vorzustellen, wie er seyn muß, um ein Zeugniß von derjenigen Macht zu seyn, die durch keinen Maßstab abgemessen werden kann. Aus diesem Grunde also ist das Feld der Offenbarung göttlicher Eigenschaften eben so unendlich, als diese selber sind, und selbst die Ewigkeit ist nicht hinlänglich, die Zeugnisse des höchsten Wesens zu fassen, wenn sie nicht zugleich mit der Unendlichkeit des Raumes verbunden wird." (Berl. Jahrb. 1826.)

Diese Betrachtungen zeugen uns das uns umgebende Sternenheer in einem neuen, und wahrhaft erhabenen Lichte, und Erfahrungen, die über unzählige Jahrtausende vor und rückwärts der Spanne Zeit, die uns zugemessen ist, sich erstrecken, drängen sich hier vor uns gleichsam in einen einzigen Augenblick zusammen, in einen Augenblick, in welchem

die wichtigsten Ereignisse unserer sogenannten Weltgeschichte, in welchem alles, was menschliche Größe heißen mag, und in welchem endlich auch wir selbst nur wie ein ganz bedeutungsloses Nichts verschwinden.

Dreyzehntes Capitel.

Ursprung des Planetensystemes.

Man wird nicht erwarten, in diesen Untersuchungen über den Ursprung des Sonnensystemes von dem allerersten Entstehen, der uranfänglichen Erschaffung desselben, weder der Sache noch der Form nach, Nachricht zu finden, da die Natur den Anfang aller Dinge für uns mit einem undurchdringlichen Schleyer bedeckt zu haben scheint, und uns das Innere ihrer geheimen Werkstätte wohl immer verborgen bleiben wird. Wie aber alles, was wir um und selbst in uns bemerken, verschiedene Stufen seiner Ausbildung durchgeht, bis es den höchsten Gipfel derselben erreicht, von welchem es wieder allmählich zurückschreitet, bis es endlich in eine scheinbare Vernichtung, oder eigentlich nur in eine Auflösung übergehet, in welcher sich seine Theile anders gestalten, um unter der Form einer neuen Organisation wieder auf dem Schauplatze zu erscheinen; eben so könnte ja wohl auch der Zustand, in welchem wir jetzt unser Sonnensystem erblicken, nur die Folge von anderen vielleicht Jahrtausende früher vorhergegangenen Entwicklungen seyn, und in den folgenden Jahrtausenden wieder ähnliche Evolutionen zur Folge haben, deren nähere Betrachtung immer ein hohes Interesse gewähren muß, wenn gleich diese Epochen noch unendlich weit von der Zeit liegen mögen, welche die Entste-

hung dieser Gegenstände gesehen hat, eine Zeit, die für uns eine ewige Nacht umhüllt, in deren Dunkel nicht nur unsere Geschichte, sondern auch nicht die ihr voreilende Vernunft, ja nicht einmahl die lebhafteste Einbildungskraft des Menschen vorzudringen vermag. Wenn wir einen Baum betrachten, der seine mächtigen Aeste weit um sich verbreitet, der seinen Gipfel stolz zum Himmel erhebt, und mit unzähligen Blättern, Blüthen und Früchten geschmückt, Wohlgeruch und kühlenden Schatten in die Gegend ausspendet, so wird unsere Bewunderung des majestätischen Anblickes durch die Betrachtung nicht geschwächt, in welcher wir von seiner gegenwärtigen Größe zurückgehen, bis zu dem kleinen unansehnlichen Samenkorn, aus dem der ganze erhabene Bau sich allmählig entwickelt hat, und dieser Zurückgang bleibt für uns nicht weniger interessant, wenn wir ihn auch nicht bis zu der dunklen Entstehung des ersten Samenkorns verfolgen können, aus welchem die anderen alle ihren Ursprung ableiten. So thöricht es aber wäre, vorauszusetzen, daß der, der diesem Baume seyn Daseyn gab, jeden Zweig und jedes Blatt desselben mit eigener Hand gebildet hat, eben so wenig dürfen wir wohl auch annehmen, daß alle diese unzähligen Planeten und Cometen, welche jetzt unsere Sonne umkreisen, aus der Hand ihres Schöpfers schon so vollendet hervorgegangen sind, wie wir sie jetzt erblicken; und so wie es hinreichend war, in den ersten Samen des Baumes die Kraft der Entwicklung zu legen, und die weitere Fortbildung desselben dieser Kraft selbst zu überlassen, eben so kann auch diese ganze Sternenwelt aus einem Samenkorne entstanden seyn, aus welchem sich durch die von der Allmacht des Schöpfers in sie gelegten Kräfte allmählig alle die mannigfaltigen Gegenstände entwickelten, welche wir jetzt in einer sternhellen Nacht an dem Himmel bewundern. Daß uns diese Kräfte unbekannt sind, und wahrscheinlich immer bleiben

werden, darf uns nicht abhalten, wenigstens ihre uns sichtbaren Wirkungen zu untersuchen, und wenn es in unserem sogenannten aufgeklärten Zeitalter noch erlaubt ist, jede Erscheinung, die wir in der Natur bemerken, auf höhere Zwecke zurückzuführen, so wird die Einrichtung des Weltgebäudes, und die Kenntniß der aufeinander folgenden Ausbildungen desselben von dem ursprünglichen Chaos bis zu seiner höchsten Stufe, und von da wieder bis zu dem endlichen Verfalle, und der Bildung einer neuen Welt aus den Trümmern der alten, nicht weniger interessant seyn, und uns nicht weniger würdige Begriffe von dem großen Urheber des Ganzen geben, als alle die tausend anderen kleinlichen Untersuchungen, denen man oft, ohne seinen Zweck zu erreichen, ein ganzes Menschenalter ausschließend gewidmet hat.

Es scheint aber nicht, als ob dieser Rückgang von dem gegenwärtigen Zustande unseres Planetensystemes auf jenen ursprünglichen in der grauesten Vorzeit sehr leicht ist, da die meisten derjenigen, welche sich an diesen Gegenstand gewagt haben, in ihrem Unternehmen gescheitert sind. Der große Leibnitz zum Beyspiel, der öfters das sichere Feld der Geometrie, auf welchem er so viele Ehre gesammelt hatte, verließ, um sich auf dem schwankenden Moorboden der Phantasie, wie es scheint, zur Erhohlung von ernsteren Geschäften, zu belustigen, glaubte die Sache ganz kurz dadurch erklärt zu haben, daß er annahm, alle Planeten und Cometen, unsere Erde nicht ausgenommen, seyen in der Vorzeit wahre Sonnen gewesen, die aber, nachdem sie ein höheres Alter erreichten, ihre frühere jugendliche Kraft verloren, und uns jetzt, nachdem ihr ursprüngliches Licht erloschen ist, nur mehr in dem von der Sonne geborgten Schimmer glänzen.

Er war von dieser Hypothese so eingenommen, daß er sogar die Zeit jenes allgemeinen Erlöschens dieser Welt=

körper des zweyten Ranges mit chronologischer Präcision genau in die Epoche der Schöpfungsgeschichte setzte, in welcher nach Moses „die Finsterniß sich von dem Lichte trennte." Obschon aber Leibnitz diese Idee mit seinem gewohnten Scharfsinne auszuführen, und sie mit allen Reitzen der Einbildungskraft auszuschmücken wußte, die man in seiner Protogäa selbst nachsehen mag, so bedarf es doch wohl kaum der Erinnerung, daß diese Idee ein bloßer Traum ist; ein Traum, der selbst, wenn er wahr seyn könnte, zu unserer Kenntniß des Ursprunges des Sonnensystemes nichts beytragen würde. — Kaum der Erwähnung werth ist die Meinung Woodwards, eines englischen Geologen, der alles aus den Höhlen erklärte, welche sich ursprünglich in dem Inneren der Planeten befanden, und die mit verschiedenen Flüssigkeiten gefüllt, bey den später erfolgten chemischen Prozessen und Explosionen alle die verschiedenen Erscheinungen hervorgebracht haben sollen, welche wir jetzt an diesen Körpern bemerken. Ein anderer, der Quäcker Burnet, glaubte alles aus teleologischen Gründen erklären zu können, und geberdet sich dabey so sonderbar, als ob er selbst bey der Schöpfungsgeschichte ein Zuschauer gewesen wäre, so daß man in Versuchung geräth, die Revolutionen, deren Augenzeuge er gewesen seyn will, in seinem eigenen Kopfe zu suchen.

Alle seine Vorgänger aber übertraf Whiston, ein sehr gelehrter, aber auch äußerst schwärmerischer Mann, der sich so sehr in die Cometen verliebt hatte, das er am Ende aus ihnen alles, seine eigenen Thorheiten nicht ausgenommen, mit der größten Sicherheit abzuleiten wußte. In seinem bekannten Werke: Astronomical principles, braucht er zur Bildung unserer Erde überhaupt drey Cometen. Der erste war die Erde selbst, denn bey ihm war im Anfange einmahl alles Comet. Allein dieser irdische Comet hatte, wie Whiston

es umständlich beweiset, noch keine Umdrehung um sich selbst, also auch keinen Wechsel der Tage und Nächte, und war daher noch nicht geschickt, lebenden Geschöpfen zum Wohnplatze zu dienen. Nach vielen Millionen Jahren aber kam plötzlich ein anderer Comet, der gegen die Erde in einer schiefen Richtung anstieß, und dessen Stoß die Ursache der Rotation der Erde wurde. Sofort fing Vegetation und Leben auf der Oberfläche derselben an, und die wohlthätige Wärme der Sonne, so wie die Abwechslung der Tages- und Jahreszeiten lockte Pflanzen und Thiere, und endlich den Menschen selbst aus dem Chaos zum Daseyn hervor. Diesen ersten Zustand der Erde, ihren Todesschlummer, die paradiesische Zeit jener Urmenschen, ihre Glückseligkeit, und den Grund derselben, ihre Unschuld, — alles beschreibt jetzt Whiston in blühenden Farben, bis er seiner Entzückungen müde, zu ihrem darauffolgenden Verfall und ihrem moralischen Verderben übergeht, das endlich so groß wurde, daß die Erde, früher ein Himmel, jetzt ein Bild der Hölle darstellte, und daß, dem allgemeinen Unheile abzuhelfen, nichts übrig blieb, als ein dritter Comet, durch welchen er die gänzlich verdorbene und unverbesserliche Race bis auf ihre letzten Wurzeln vertilgen läßt. Zu diesem Zwecke läßt er diesen dritten Cometen nicht wieder an die Erde stoßen, und sie dadurch zertrümmern, sondern es ist ihm genug, daß der Comet nur sein Wasser auf sie läßt, welches denn auch in so reichen Strömen auf die arme Erde sich ergießt, daß dadurch die ganze verdorbene Brut ersäuft wird. Welche bessere, welche natürlichere Erklärung, ruft er selbst in der Freude über seinen glücklichen Einfall aus, kann man wohl von der allgemeinen Sündfluth geben, als die eben von mir aufgestellte: daher er denn auch, nicht zufrieden, die Vergangenheit so genügend erklärt zu haben, die letzte Hälfte seines großen Werkes den noch künftigen Ereignissen widmet, welche unse-

rer Erde noch in der Folgezeit begegnen werden, so wie der endlichen Zerstörung, welche derselben bevorsteht, und man wird ohne meine Erinnerung errathen, daß dazu wieder ein Comet gebraucht werden wird, der aber weder so stößig wie der zweyte, noch so wässerig wie der dritte, sondern der ganz heißer und feuriger Natur seyn, und daher die Erde anzünden, und ihre Asche in alle Weltgegenden verstreuen wird.

Es ist kaum glaublich, aber darum nicht minder wahr, daß dieses Werk zu der Zeit seiner ersten Erscheinung als eines der ersten Producte des menschlichen Geistes allgemein bewundert, jetzt aber einer eben so allgemeinen Vergessenheit übergeben worden ist, das letzte vielleicht nur aus dem Grunde, um neuen, nicht minder auffallenden, und nicht minder schnell vorübergehenden geologischen Thorheiten Platz zu machen, deren unser Zeitalter durch mehr als eine sich auszeichnet.

Auch der berühmte Naturgeschichtschreiber, der Plinius unseres Jahrhunderts, Büffon, hat seine Kräfte an diesem interessanten Gegenstande versucht, und da seine Erklärung lange als die einzig wahre angenommen wurde, so darf sie hier nicht ganz übergangen werden. Nach seiner Voraussetzung war unmittelbar nach der Erschaffung unseres Planetensystemes bloß die Sonne und eine große Menge von Cometen da. Die Cometen, diese ursprünglichen Bewohner, diese Aborigines des großen Reiches schwärmten schon damahls, so wie jetzt in allen Richtungen um die Sonne herum, und viele von ihnen entfernten sich in unermeßliche Distanzen von der Sonne, aus welchen sie oft erst nach Jahrtausenden zurückkehrten, und dann wieder der Sonne so nahe kamen, daß sie beynahe die Oberfläche derselben streiften. Die Folge einer solchen Berührung beyder Körper muß nach Büffon seyn, daß der Comet, der sich in seiner Sonnennähe mit einer ungemein großen Geschwindigkeit bewegt, einen oder meh-

rere Theile der Oberfläche der Sonne abreißt, und sie mit sich fortzieht. Da aber alle diese abgerissenen Stücke der Sonne offenbar dieselbe Bewegung und dieselbe Richtung der Bewegung, wie der Comet, selbst haben müssen, so ist es genug, anzunehmen, daß jener Comet von Westen kam, um aus seinem Stoße die sonderbare Erscheinung zu erklären, auf welche es hier nach Büffon allein ankömmt, daß nähmlich alle Planeten ohne Ausnahme sich von West nach Ost um die Sonne bewegen. Diese Erklärung gefällt ihrem Urheber so sehr, daß er jede andere bessere, die mancher vielleicht noch zu finden hoffen könnte, geradezu für unmöglich hält, denn ein ursprünglicher Stoß, ruft er aus, muß es einmahl seyn, der jene gemeinschaftliche Richtung der Bewegung hervorbrachte, und man wird, so viel man auch suchen mag, nichts anders als Cometen finden, welche diesen Stoß hervorbringen können. Schrieb doch selbst, fährt er fort, der große Newton das plötzliche Auflodern des neuen Sternes in der Cassiopeia im Jahre 1752 (S. 253) einem Cometen zu, der sich in seine Sonne stürzte, und auch die letzte zweyte Revolution, von welcher wir noch so viele Spuren auf der Oberfläche unserer Erde bemerken, scheint mit Recht dem Sturze eines ihrer letzten Satelliten zugeschrieben zu werden. Wenn die Sonne Millionen von Jahren nach allen Seiten ihr Licht ausströmt, so ist, wenn man die Materie des Lichtes auch noch so fein annehmen will, eine allmählige Abnahme des Sonnenkörpers doch unvermeidlich, und da eine solche Abnahme nach den Beobachtungen nicht statt hat, so muß der Verlust, welchen die Sonne durch das immerwährende Ausströmen des Lichtes leidet, wieder auf irgend eine andere Art ersetzt werden, daher man denn auch schon früher die Cometen als eine Art von Nahrung der Sonne angesehen hat, die ihr von Zeit zu Zeit, wenn sie sich in sie stürzen, wieder neuen Stoff zuführen.

Wenn nähmlich die Cometen, meint Büffon weiter, der Oberfläche der Sonne in einer mehr senkrechten Richtung begegnen, so werden sie auf ihr bleiben, und fortan nur einen Körper mit der Sonne bilden: wenn sie aber, wie dieß meistens der Fall seyn wird, der Sonnenoberfläche in einer mehr schiefen Richtung begegnen, so werden sie diese Oberfläche nur streifen, und es ist nicht nur möglich, sondern sogar sehr wahrscheinlich, daß sie bey dieser Begegnung große Stücke von der Sonne abreißen, und mit sich fortführen, da bekanntlich die Masse der Sonne so locker ist, und nur den vierten Theil der Dichte der Erde hat. Diese abgerissenen Stücke, so beträchtlich sie uns auch erscheinen mögen, seyen doch gegen die Masse der ganzen Sonne sehr klein, da die Summe der Massen aller Planeten und Satelliten noch nicht der 780ste Theil der Sonnenmasse beträgt. Die Einwendung endlich, daß die Masse des Cometen sehr groß seyn müsse, um von der Sonne noch solche Stücke abzureißen, werde durch die Betrachtung hinlänglich widerlegt, daß die Geschwindigkeit der Cometen in ihren Perihelien, wo sie der Sonne, der Ursache ihrer Bewegung, so ungemein nahe kommen, alle unsere Begriffe übersteigen, und daher leicht den Mangel an Masse ersetzen könne. Demjenigen aber, der die Bemerkung machen wollte, daß dieser Erklärung des Urspungs der Planeten zu Folge, jeder dieser Himmelskörper, wenn er in seiner Bahn wieder zur Sonne zurückkehrt, ihr eben so nahe als das erstemahl kommen, also eine sehr excentrische Bahn beschreiben müßte, was gegen die Beobachtungen ist, könne man erwiedern, daß jene von der Sonne abgerissenen Stücke nicht als harte Körper, oder als schon genau abgerundete Kugeln, sondern daß sie in Gestalt von Bächen aus der Sonne strömten, deren später sich losreißende Theile eine andere Geschwindigkeit haben müssen, als die früheren, und daß diese Verschiedenheit der Geschwindigkeiten und das gegensei-

tige Aufhalten und Stören der Theile dieses Stromes leicht jene kreisförmigen Bahnen hervorbringen können, welche wir jetzt an den Planeten bemerken.

Nach diesem berühmten Naturforscher hat also ein Comet, welcher der Sonne sehr nahe kam, einen Strom ihrer flüssigen Masse abgerissen, und dieser Strom hat sich bald darauf in mehrere Theile getrennt, und in verschiedene größere oder kleinere Kugeln geformt, die mehr oder weniger von der Sonne entfernt waren, und diese Kugeln, die nach ihrer Erkaltung fest wurden, und ihre selbstleuchtende Kraft verloren haben, sind es, welche jetzt die Planeten und Satelliten unseres Sonnensystemes bilden. Durch diese Erklärung wird nun allerdings die vorzüglichste der hierher gehörenden Erscheinungen, nähmlich die allen Planeten gemeinschaftliche jährliche Bewegung von West nach Ost vollkommen befriedigend dargestellt, allein dieß ist auch das einzige, was dadurch in der That erklärt wird, und schon jene zweyte, nicht minder allen Planeten und Satelliten ohne Ausnahme zukommende Eigenschaft, daß auch ihre täglichen Rotationen in derselben Richtung von West nach Ost vor sich gehen, wird durch jene Hypothese nicht befriedigend dargestellt. Denn es ist klar, daß die Umwälzung eines Planeten um seine Axe mit seiner jährlichen Bewegung um die Sonne in jener Hypothese nichts gemeinschaftliches hat, und daß demnach die abgerissenen Stücke der Sonne eben so wohl von West nach Ost, als in der entgegengesetzten Richtung um ihre Axe rotiren können. Eine Erklärung aber, welche nur die eine Hälfte der Erscheinung darstellt, und die andere ganz im dunklen läßt, kann nicht als die wahre angenommen werden, wenn man auch nicht darauf Rücksicht nehmen wollte, daß durch Büffons Hypothese bloß die Bewegung der Planeten, keineswegs aber die der Satelliten erläutert wird, deren jeder wieder einen neuen Cometen nöthig hätte, welcher

in derselben Richtung von West kommend, auch von den Planeten wieder einige Stücke abreißen und nach sich herziehen müßte. Eben so wenig läßt sich durch diese Hypothese die bey allen Planeten bemerkte geringe Excentricität ihrer Bahnen erklären. Wenn ein Körper, der sich in einer geschlossenen Bahn um die Sonne bewegt, die Oberfläche dieses Gestirnes streift, so muß er nach den bekannten Gesetzen der Bewegung in jeder Revolution bey seiner Zurückkunft zur Sonne, der Oberfläche derselben wieder begegnen, so daß die Planeten, wenn sie auf jene Art aus der Sonne entstanden wären, bey jedem Durchgange durch ihr Perihelium die Sonne wieder berühren, und daß daher ihre Bahnen, weit entfernt, kreisförmig zu seyn, vielmehr sehr excentrisch seyn würden.

Zwar kann ein sich von der Sonne losreißender Bach nicht wohl mit einer die Oberfläche der Sonne streifenden Kugel verglichen werden, und die gegenseitigen Anziehungen und Abstoßungen der einzelnen Theile dieses Baches können auf die Richtung der Bewegung und auf die Entfernung der Perihelien jener Kugel einen sehr großen Einfluß äußern, aber die Bahnen derselben würden doch immer sehr excentrisch bleiben, oder sie würden wenigstens nicht alle eine so geringe Excentricität erhalten können. Endlich findet sich in der angegebenen Hypothese nichts, woraus sich die große Excentricität der Cometenbahnen erklären ließe, so daß also jene ganze Voraussetzung weit entfernt ist, den beobachteten Erscheinungen, welche unser Sonnensystem darbiethet, genug zu thun.

Obschon es im Allgemeinen eine schwere Aufgabe ist, ein Ereigniß zu erklären, von welchem wir in der Zeit so ungemein weit entfernt sind, und obschon die Elemente, welche den eigentlichen Charakter unseres Planetensystemes ausmachen, wie es scheint, ganz willkührlich sind, so gibt es doch

mehrere sehr auffallende Verhältnisse unter eben diesen Elementen, die uns vielleicht über den Ursprung des ganzen Systemes die gewünschte nähere Aufklärung geben werden. Wenn man es mit Aufmerksamkeit betrachtet, so ist man erstaunt, alle Planeten ohne Ausnahme nicht bloß in derselben Richtung, sondern auch nahe in derselben Ebene um die Sonne gehen zu sehen; auch die Satelliten bewegen sich um ihre Planeten in derselben Richtung, und nahe in derselben Ebene mit ihren Planeten; die Sonne und die Planeten, und selbst alle Satelliten, deren Rotation man bisher beobachtet hat, drehen sich in ihrer täglichen Bewegung alle nach derselben Richtung von West nach Ost, nach welcher in ihren jährlichen Bewegungen die Planeten um die Sonne, und die Monde um ihre Planeten gehen; diese Satelliten haben ferner alle die merkwürdige Eigenschaft, daß die Umlaufszeit um den Planeten genau gleich ist der Rotationszeit um ihre eigene Axe, so daß sie als Folge dieser Gleichheit beyder Bewegungen ihren Planeten immer dieselbe Seite zukehren. Ein so außerordentliches Zusammentreffen dieser verschiedenen Erscheinungen kann nicht bloßen zufälligen und unregelmäßigen Ursachen zugeschrieben werden. Wenn man den Grad der Wahrscheinlichkeit des Zusammentreffens aller dieser Umstände nach der bekannten Probabilitäts-Theorie berechnet, so findet man, daß man 200 Billionen gegen die Einheit wetten kann, daß jene Einrichtung nicht das Werk des Zufalls ist, so daß diese Behauptung eine Wahrscheinlichkeit für sich hat, die größer ist, als die der meisten unserer historischen Nachrichten, an denen Niemand einen Zweifel sich erlaubt. Mit demselben Vertrauen müssen wir also auch annehmen, daß irgend eine erste Ursache die genannten Erscheinungen hervorgebracht hat, und das Aufsuchen dieser Ursache wird uns vielleicht über den Ursprung des Planetensystemes selbst nähere Aufschlüsse geben.

Eine andere nicht minder merkwürdige Erscheinung dieses Systemes besteht darin, daß die Bahnen aller Planeten und Satelliten nur sehr geringe Excentricitäten haben, oder sich nur sehr wenig von der Kreisform entfernen, während die Excentricitäten der Cometenbahnen im Gegentheile durchaus sehr groß sind, so daß diese beyden Gattungen von Bahnen gleichsam die beyden äußersten Extreme einnehmen, und das sie verbindende Mittelglied gänzlich fehlt. Wir sind auch hier gezwungen, den Einfluß einer allgemeinen und regelmäßigen Ursache zu erkennen, da der blinde Zufall nicht allen Planetenbahnen ohne Ausnahme die fast genaue kreisförmige Gestalt hätte geben können, so wie auch die nicht minder allgemeine große Excentricität der Cometenbahnen und die Richtungen ihrer Bewegungen nach allen Seiten ebenfalls eine Folge jener auf alle diese Körper einwirkenden Ursache seyn müssen.

Welches ist aber diese allgemeine Ursache, welche alle diese wunderbaren Erscheinungen hervorgebracht hat? — Die folgende Darstellung derselben ist von dem unsterblichen Verfasser der Mechanik des Himmels, von Laplace, und man wird bald selbst ohne meine Erinnerung bemerken, daß sie die oben angeführten Phänomene alle mit einer sehr großen Wahrscheinlichkeit erklärt, obschon sie ihr Urheber mit dem umsichtigen Mißtrauen vorgetragen hat, die ein so großer Geometer für alles das hegen muß, was nicht unmittelbares Resultat der Rechnung ist, von welcher man hier der Natur der Untersuchung gemäß keine Anwendung erwarten kann.

Welcher Art auch immer jene Ursache seyn mochte, so ist gewiß, daß sie, weil sie ihren Einfluß auf die Bewegungen aller Planeten geäußert hat, auch in ihrer Wirkung alle diese Körper umfaßt haben müsse, und wenn man die großen Räume betrachtet, welche die Planeten von einander trennen, so kann jene Ursache nichts, als eine über sie alle weit verbrei-

tete Flüssigkeit gewesen seyn; und wenn diese Flüssigkeit die erwähnte Bewegung aller Planeten nach einer gemeinschaftlichen Richtung um die Sonne hervorbringen sollte, so muß sie die Sonne in der Gestalt einer Atmosphäre derselben umgeben haben. Die beobachteten Bewegungen der Planeten führen uns also auf die Voraussetzung, daß ehemahls die Atmosphäre der Sonne wahrscheinlich durch die Wirkung einer sehr großen Hitze sich bis über die Bahnen der äußersten Planeten ausgedehnt, und daß sie sich durch allmählige Erkühlung von jenen Entfernungen bis zu ihren gegenwärtigen Gränzen zurückgezogen habe.

In diesem ursprünglichen Zustande unserer Sonne, wo sie bereits eine Rotation um ihre Axe, aber wahrscheinlich eine viel langsamere hatte, als die ist, welche wir jetzt an ihr bemerken; in jener Zeit also glich sie jenen Nebelsternen, deren uns die Fernröhre so viele an dem Himmel zeigen, die in ihrer Mitte einen mehr oder weniger glänzenden Kern haben, von einer neblichter Lichthülle umgeben, die sich durch eine allmählige Verdichtung auf der Oberfläche des Kernes endlich zu einem eigentlichen Sterne ausbildet.

Noch lange vor dieser völligen Ausbildung des Sternes, selbst lange noch vor der ersten Erscheinung eines helleren Kernes war die Nebelmasse des künftigen Weltkörpers noch ohne Ordnung unter einander geworfen, und in weit ausgedehnten Räumen zerstreut, bis sich allmählig in dem ungeordneten Chaos einer oder zwey oder mehrere vorherrschende Punkte bildeten, welche die sie zunächst umgebende Nebelmasse an sich zogen, und durch diese Anziehung ihre eigenen Kräfte in dem Maße vermehrten, daß sie endlich nach Jahrtausenden die ganze Nebelmasse in sich aufnahmen, und jetzt vollendet entweder als isolirte Sterne am Himmel glänzen, oder uns das Bild eines Doppelsternes zeigen, deren einer sich um den andern bewegt, oder endlich als ganze

Gruppen von Sternen erscheinen, wie die der Plejaden und so viele andere. Da uns, wie wir in dem unmittelbar vorhergehenden Capitel gesehen haben, der Himmel beynahe in allen seinen Theilen unzählige Beyspiele dieser Bildung seiner Gestirne zeigt, so ist es höchst wahrscheinlich, daß auch unsere Sonne auf ähnliche Art entstanden sey. Aber wie konnte die ursprünglich so weit ausgedehnte Atmosphäre der Sonne die Ursache der oben bemerkten Bewegungen der Rotation sowohl als der Revolution bey den Planeten und den Satelliten seyn? —

Wenn diese Körper gleich anfangs sich mitten in dieser Atmosphäre gleichsam in sie eingetaucht befunden hätten, so würde der Widerstand dieses Mittels sie alle allmählig dem Mittelpunkte desselben genähert, und endlich auf die Oberfläche des Kernes, auf die Sonne geworfen haben. Es scheint daher, daß zu der Zeit der größten Ausdehnung der Sonnenatmosphäre die Planeten noch nicht existirt, sondern daß diese sich erst später aus dieser Atmosphäre selbst und an den Gränzen derselben entwickelt haben, indem sich diese Gränzen des Dunstkreises allmählig durch Abkühlung verdichteten, und dadurch in der Richtung des Sonnenäquators Zonen absetzten, die sich von der inneren heißen, sich noch immer weiter zusammenziehenden Masse jenes Dunstkreises trennten, sich isolirten, in ihren Haupttheilen durch gegenseitige Anziehung ihrer noch immer flüssigen Masse sich zu einer Kugelform vereinigten, und so dem äußersten Planeten sein Daseyn gaben.

Wir haben oben (I. S. 431.) gesehen, daß die Ausdehnung der Sonnenatmosphäre auch in jenem ersten Zustande derselben ihre bestimmten Gränzen haben mußte, und daß diese Gränze da war, wo die Centrifugalkraft, die aus ihrer Rotation entstehet, der Schwere der Sonne das Gleichgewicht hält. Wenn aber durch allmählige Ab-

kühlung diese Atmosphäre in einen kleineren Raum zusammen gezogen und ihre äußerste Gränze verdichtet wird: so muß dadurch die Geschwindigkeit der Rotation dieser Gränze eben durch diese Annäherung der Gränze zu dem Mittelpunkte vergrößert, also auch die Centrifugalkraft dieser Gränze größer werden, und diese eben dadurch sich von den untersten Schichten der Atmosphäre zu trennen suchen. Diese in der Ebene des Sonnenäquators liegenden und jetzt isolirten Theile des äußersten Dunstkreises der Sonne setzten aber ihre frühere kreisförmige Bewegung um die Sonne in derselben Entfernung von ihr, in welcher sie früher einen Theil der Sonnenoberfläche oder ihrer Atmosphäre ausgemacht hatten, auch nach ihrer Trennung noch fort, weil ihre Centrifugalkraft mit ihrer Schwere im Gleichgewichte war. Da dieses Gleichgewicht aber nur für die Gegenden des Sonnenäquators, keineswegs aber für die von diesem Aequator zu beyden Seiten desselben weiter entfernten Zonen Statt hatte, so wurden diese letzten durch die überwiegende Kraft der Schwere dem Mittelpunkte der Sonne genähert, und hörten nicht auf, ihr anzugehören, ohne sich je von ihr zu trennen. — Man sieht in dieser Erklärung deutlich die Ursache, warum sich alle Planeten nahe in derselben Ebene, und zwar nahe in der Ebene des Sonnenäquators um die Sonne bewegen.

Wenn man jetzt die Aequatorialzonen der Sonnenatmosphäre, welche sich nach und nach durch die immer weiter fortschreitende Abkühlung absetzten, näher betrachtet, so sieht man, daß sie im Anfange ihrer Entstehung durch ihre Verdichtung und durch die gegenseitige Anziehung ihrer Theile verschiedene Ringe bilden mußten, welche die Sonne concentrisch umgaben, und sich um den Mittelpunkt derselben bewegten. Die gegenseitige Reibung der einzelnen Theile dieser Zonen mußte die Bewegung der einen beschleunigen, und

die der andern so lange verzögern, bis endlich alle dieselbe Geschwindigkeit erhielten, und das Gleichgewicht in der Bewegung der ganzen Zone hergestellt war, und wenn so die allmählige Verdichtung aller Theile dieser Zone ohne zu großen Störungen, also ohne einer gewaltsamen Trennung dieser Theile vor sich gehen konnte, so mußte sie endlich die Gestalt eines regelmäßigen flüssigen oder festen Ringes annehmen. Aber die Ordnung und Regelmäßigkeit, welche eine solche Bildung in allen Theilen des Ringes und in der Stufenfolge seiner Verkühlung voraussetzt, konnte wohl nicht oft so glücklich zusammen treffen, und der Entstehung eines solchen in allen seinen Theilen in dem genauesten Ebenmaße schwebenden Ringes wird wahrscheinlich nur eine sehr seltene Erscheinung seyn. Auch zeigt uns unser Sonnensystem dieselbe nur ein einzigesmahl in den Ringen Saturns.

Meistens, ja beynahe immer wird ein solcher Ring gleich bey seiner Entstehung in mehrere Massen sich zerreissen, die dann mit unter einander wenig verschiedenen Geschwindigkeiten, und in ihrer früheren Entfernung von dem Centralkörper ihre kreisförmige Bewegung um ihn fortzusetzen suchen werden. Diese einzelnen anfangs noch flüssigen Massen mußten offenbar nach und nach eine sphäroidische Gestalt, so wie eine Richtung ihrer Rotation annehmen, die mit der ihrer Revolution dieselbe ist, weil ihre der Sonne näheren Theile eine kleinere Geschwindigkeit haben, als die entfernteren, und so entstanden höchst wahrscheinlich die Planeten unseres Sonnensystemes, zuerst der äußerste, und dann allmählich in großen Perioden die näheren. War eine dieser Massen, aus welchen jede geborstene Zone bestand, groß und mächtig genug, um durch ihre Anziehung nach und nach alle übrigen Stücke an sich zu reißen, so bildete sich in der Gegend dieser Zone eine e i n z i g e sphäroidische Masse, die sich in dieser Entfernung als ein isolirter Planet

um die Sonne, und zugleich in derselben Richtung, um seine eigene Axe bewegt. Waren aber mehrere dieser Stücke einander an Größe und Kraft beynahe gleich, so entstanden in derselben Gegend mehrere Planeten, die seitdem beynahe in gleichen Entfernungen um die Sonne sich bewegen. Der erste Fall scheint der vorherrschende in unserem Systeme gewesen zu seyn, da wir von dem zweyten nur ein einziges Beyspiel bey den vier neuen Planeten haben, und da auch dieses wegfällt, wenn man mit Olbers annehmen will, daß diese vier kleinen Planeten ursprünglich einen einzigen bildeten, der durch eine innere Explosion in mehrere Stücke zersprengt worden ist.

Diese Planeten waren in dem Augenblicke ihrer Entstehung noch immer flüssige, vielleicht nur noch dunstförmige und in große Räume ausgebreitete Körper, in deren Mittelpunkte sich ebenfalls ein dichterer Kern befand, der durch die Anziehung der benachbarten Theile, und durch die Verkühlung der ihn umgebenden Atmosphäre immer an Größe zunahm, so daß der Planet in diesem Zustande ganz der Sonne zu der Zeit glich, als sie selbst noch ein Nebelstern war, und daß daher die aufeinander folgende Abkühlung an den äußersten Gränzen seiner Atmosphäre ganz dieselben Erscheinungen hervorbringen mußte, welche wir bisher bey der Sonne betrachtet haben, wodurch denn, wie dort die Planeten, so auch hier die Ringe und die Satelliten entstanden sind, welche sich nach derselben Richtung, in welcher die Planeten um die Sonne laufen, um ihre Hauptplaneten und zugleich um sich selbst, und zwar in Ebenen bewegen, die immer sehr nahe mit den Aequatorebenen ihrer Planeten zusammen fallen.

Auf diese Weise lassen sich daher die obenangeführten merkwürdigen Phänomene, die gemeinschaftliche Richtung der täglichen und jährlichen Bewegung der Planeten und ihrer

Satelliten, die geringe Excentricität aller Bahnen derselben, und endlich die nur kleine Neigung ihrer Bahnen gegen die Ebene des Sonnenäquators genügend erklären, und die von Laplace aufgestellte Hypothese erhält eben dadurch einen hohen Grad der Wahrscheinlichkeit. Wenn unser Planetensystem auf eine ganz regelmäßige Art ohne allen Störungen entstanden wäre, so würden alle Bahnen der Körper desselben sehr nahe kreisförmig seyn, und die Ebenen derselben würden alle in der Ebene des Sonnenäquators liegen. Aber es ist leicht zu sehen, daß die verschiedenen Abwechslungen, welche zu der Zeit der ersten Bildung dieses Systemes in den Temperaturen und in den Dichtigkeiten der einzelnen Theile desselben ohne Zweifel statt hatten, Unregelmäßigkeiten und Störungen jener ganz gleichförmigen Bildung hervorbringen, und so die Excentricitäten ihrer Bahnen, so wie die Abweichungen ihrer Ebenen von jener des Sonnenäquators erzeugen mußten.

In dieser Hypothese sind die Cometen als unserem Sonnensysteme fremde, und ihm nicht eigenthümlich angehörende Körper betrachtet worden. Laplace hält die Cometen für bloße Anhäufungen der überall im Weltraume zerstreuten Lichtmaterie, die von einem Systeme zu dem anderen herumirren, und wenn sie der Attractionssphäre unserer Sonne nahe kommen, von ihr gezwungen werden, elliptische Bahnen um sie zu beschreiben. Da die Richtung ihrer Bewegung bey ihrer Ankunft in dieser Attractionssphäre der Sonne willkührlich ist, so sieht man auch jetzt noch diese Richtungen, so wie die Neigung ihrer Bahnen nach allen Gegenden des Himmels zerstreut. Die Cometen sind also in Beziehung auf unser Sonnensystem das, was die Aerolithen in Beziehung auf unsere Erde sind, kosmischen Ursprungs und Körper, die sich in den oberen Gegenden bewegen, ohne irgend einem der uns näher bekannten Himmelskörpern ausschließend anzuge-

hören. Schon der erste Anblick derselben zeigt ihre nebelartige Natur, durch die allein sich die ungeheuere Ausdehnung ihres Volums, welche sie erfahren, wenn sie sich in ihrem Laufe der Sonne nähern, so wie die äußerste Lockerheit ihrer Masse erklären läßt, durch die man ihrer erstaunlichen Tiefe ungeachtet, doch die schwächsten Fixsterne durchschimmern sieht. Wenn diese feinen Nebelmassen zufällig in den Wirkungskreis der Sonne gerathen, so müssen sie um dieselbe, so wie die Planeten, regelmäßige Bahnen beschreiben, aber viele von ihnen kommen der Sonne so wenig nahe, daß sie selbst in ihrem Perihelium noch weiter als Saturn oder Uranus von derselben entfernt sind, und diese müssen nur eine sehr geringe Anziehung von der Sonne erfahren, und bald darauf sich ihrer Macht gänzlich entziehen, indem sie wieder in die unermeßliche Tiefe des Himmels zu anderen Sonnensystemen herabsteigen, und dadurch unseren Blicken für immer entzogen werden.

Wenn aber einer dieser Cometen noch zur Zeit der oben erklärten Formation unseres Systemes in die Atmosphäre der Sonne oder eines Planeten geführt wurde, so mußte er durch den Widerstand dieses Mittels in immer engeren Spiralen sich diesen Körpern nähern, und endlich auf sie fallen, um sich gänzlich mit ihnen zu vereinigen. Dieser heftige Fall mußte die Ebene der Bahn sowohl als die des Aequators des Planeten von der Ebene des Sonnenäquators entfernen, und Spuren zurücklassen, die man vielleicht noch Jahrtausende nach dieser Epoche auf der Oberfläche der Planeten erkennen kann.

Wenn endlich in den Zonen, welche nach und nach die Sonnenatmosphäre verließ, sich noch Theile befanden, welche zu flüchtig waren, um sich unter einander oder mit den Planeten zu vereinigen, so mußten sie, indem sie ihre frühere kreisförmige Bewegung um die Sonne fortsetzten, uns alle

die Erscheinungen zeigen, welche wir bey dem Zodiacallichte wahrnehmen, welches auf die übrigen Körper des Planetensystemes keinen bemerkbaren Widerstand äußert, entweder weil es zu fein ist, oder weil seine Bewegung nahe dieselbe mit jener der Planeten ist, welche ihm begegnen.

Diese aufgestellte Hypothese setzt also voraus, daß die Sonne und alle Planeten ursprünglich in einem flüssigen Zustande waren, und die Richtigkeit dieser Voraussetzung wird durch die Abplattung, welche man an allen bemerkt, so wie besonders auf der Oberfläche unserer Erde durch so viele Erscheinungen bestätiget, von welchen uns die Naturgeschichte Nachricht gibt.

Eine der sonderbarsten Eigenschaften unseres Systemes ist die genaue Gleichheit der Rotation und Revolution der Satelliten. Wir haben gesehen (I. S. 336), daß es diese genaue Gleichheit zu erreichen genug ist, wenn anfangs jene beyden Bewegungen auch nur beynahe gleich gewesen sind, und daß dann die Anziehung des Hauptplaneten jene völlige Gleichheit von selbst herstellen, aber auch dadurch zugleich eine periodische Oscillation derjenigen Axe des Satelliten hervorbringen mußte, welche gegen den Planeten gerichtet ist. Die Größe dieser Oscillation hängt von der Größe des ursprünglichen Unterschiedes jener beyden Bewegungen ab. Bey unserem Monde haben zwar die Beobachtungen, welche T. Mayer, und in unseren Zeiten Bouvard und Nicollet zu diesem Zwecke angestellt haben, jene Oscillationen nicht finden können, wahrscheinlich weil bey diesem Körper die Differenz jener zwey Bewegungen zur Zeit seiner Entstehung sehr klein war, was auf eine besondere Ursache hindeutet, welche zuerst jene Differenz in so enge Gränzen eingeschlossen hat, und die später ihre Wirkung damit endigte, daß sie auch die ohnehin sehr kleine Oscillation der Mondesaxe gänzlich zerstörte. Beydes läßt sich aus der

oben aufgestellten Hypothese genügend erklären. Denn wenn der Mond in seinem anfänglichen dunstförmigen Zustande durch die Anziehung der Erde die Gestalt eines Sphäroids annahm, so mußte bey der Leichtigkeit, mit welcher bloße Dünste jeder auf sie einwirkenden Anziehung nachgeben, die große Axe dieses Sphäroids unveränderlich gegen die Erde gerichtet seyn, und da diese Attraction der Erde auf den Mond auch dann noch zu wirken fortfuhr, als dieser sich allmählich aus einer dunstförmigen Masse in eine flüssige, und aus dieser in eine feste umgestaltete, so mußte sie dadurch den noch statt habenden Unterschied jener zwey Bewegungen der Rotation und der Revolution immer vermindern, und endlich ganz vernichten, so wie dieselbe Anziehung der Erde auch die kleinen Oscillationen aufheben mußte, welchen die große gegen die Erde gekehrte Axe des Mondsphäroids noch unterworfen war. Ganz eben so haben auch die Meere, welche die Erde bedecken, durch ihre Reibungen und den Widerstand ihrer Elemente die primitiven Oscillationen aufgehoben, welchen die Rotationsaxe der Erde im Anfange ihrer Entstehung unterworfen seyn mochte, so daß diese Axe jetzt nur noch den kleinen Schwankungen der Nutation unterworfen ist, welche von der vereinigten Wirkung der Sonne und des Mondes auf das Erdsphäroid herrühren. Man sieht zugleich, daß die Gleichheit jener beyden Bewegungen bey den Satelliten ein Hinderniß war, welches sich der Bildung von Nebenmonden oder von Ringen um die Satelliten entgegensetzte, wie denn auch die Beobachtungen nichts dergleichen angezeigt haben.

Merkwürdiger noch, als diese Gleichheit der beyden Bewegungen der Satelliten ist das (I. S. 321) erklärte Verhältniß, welches zwischen den Längen sowohl, als den Umlaufszeiten der drey nächsten Satelliten Jupiters statt hat. Man hat dort gesehen, daß, um dieses Verhältniß ganz genau zu machen, es genug war, wenn es im Anfange nur beynahe

bestand, und daß dann die gegenseitige Anziehung dieser drey Monde die völlige Genauigkeit jenes Verhältnisses von selbst herauufführen mußte. Dieselbe Anziehung mußte aber auch zugleich eine geringe periodische Ungleichheit erzeugen, deren Größe von der anfänglichen Abweichung dieses Verhältnisses abhängt. Da aber Delambre diese Ungleichheit, aller darauf angewandten Sorgfalt ungeachtet nicht zu finden im Stande war, so scheint sie sehr klein zu seyn, und eben dadurch wieder eine Ursache anzudeuten, welche sie in diese engen Gränzen eingeschlossen hat. In der oben aufgestellten Hypothese bewegten sich die Monde Jupiters unmittelbar nach ihrer Entstehung nicht im leeren Raume, sondern die am wenigsten verdichtbaren Elemente der Atmosphäre der Sonne und des Planeten bildeten ein Mittel, dessen Widerstand für jeden einzelnen dieser Monde verschieden, ihre mittleren Bewegungen nach und nach dem jetzt bemerkten Verhältnisse näher führen mußte, und nachdem so diese Bewegungen dahin gebracht waren, das die gegenseitige Anziehung der Monde jenes Verhältniß genau hervorbringen konnte, so mußte derselbe Widerstand des Mittels in seinen ferneren Wirkungen auch jene periodische Ungleichheit, welche aus diesem Verhältnisse entstehet, allmählig kleiner machen, und endlich vielleicht ganz vernichten. Man kann nach Laplace diese Wirkungen mit den Schwingungen eines Pendels vergleichen, welches sich anfangs mit einer sehr großen Geschwindigkeit in einem nur wenig widerstehenden Mittel bewegt. Dieses Pendel wird zuerst eine große Anzahl von ganzen Peripherien beschreiben, aber allmählig mit einer durch den Widerstand des Mittels stets verminderten Geschwindigkeit in einem immer kleineren Bogen sich bewegen, und endlich in dem Zustande der Ruhe gelangen, in welchem es beharret, so lange keine anderen äußeren Ursachen störend auf dasselbe einwirken.

Vierzehntes Capitel.

Dauer des Planetensystemes.

Nachdem wir in dem Vorhergehenden unsere Untersuchungen bis in die graue Vorzeit ausgedehnt haben, welche unserem Planetensysteme das Daseyn gab, so wollen wir nun auch unsere Blicke in die vielleicht noch fernere Zukunft richten, und alles das aufsuchen, was uns über das wahrscheinliche Ende dieses Systemes belehren könnte. Wie wir nähmlich dort mehrere noch jetzt bestehenden Eigenschaften der Planeten gefunden haben, aus welchen wir mit hoher Wahrscheinlichkeit auf den ursprünglichen Zustand derselben, und auf die Art ihrer Entstehung schließen konnten, so mag es vielleicht noch andere Eigenheiten und Erscheinungen in diesem Systeme geben, die uns mit einer nicht geringeren Wahrscheinlichkeit aus der Gegenwart in jene Zukunft leiten, die dann eintreten wird, wenn wir und alles, was zu uns gehört, längst schon von diesem Schauplatze abgetreten seyn werden. Wenn wir sehen, daß allen Dingen dieser Erde eine oft nur kurze Periode ihres Daseyns angewiesen ist, nach welcher sie verschwinden und wenigstens in dieser Gestalt nicht mehr wieder kommen; wenn jeder kommende Winter die schönen Gebilde unserer Gärten und Fluren zerstört; wenn zahlreiche Familien und ganze Geschlechter von Thieren bis auf ihre letzte Spur verschwinden; wenn selbst ganze Völker und weltbeherrschende Nationen vorüber ziehen vor unseren Augen, wie die Bilder eines Schattenspieles, und herabstürzen in die ewige Nacht; wenn Alles, was uns hier umgibt, von dem Strome der Zeit unaufhaltsam fortgerissen, einem Zustande zueilt, den wir Auflösung und Zerstörung nennen — so wenden wir uns schaudernd ab von diesem ewigen uns rings umgebenden Bilde des Todes, von diesem

Schauspiele, das sich täglich und stündlich auf unserer Erde erneuert, und kehren voll Besorgniß für uns selbst unsere Blicke aufwärts zu jenen höheren Regionen, um dort Sicherheit oder wenigstens Trost zu finden. Es würde uns schon eine Art Beruhigung seyn, zu wissen, daß auch dann noch, wenn unsere Zeitgenossen, und selbst unsere spätesten Nachkommen längst schon in den Staub zurück getreten sind, von welchem sie genommen wurden, daß wenigstens diese Erde, auf der wir lebten, und der Himmel, der jetzt über uns ausgespannt ist, bleiben und bestehen wird, und daß derselbe Mond und dieselbe Sonne, die uns in unserem Leben oft so freundlich geleuchtet haben, auch noch die Blumen bescheinen wird, die nach Jahrtausenden über unserem Grabe blühen werden. Oder wie, soll sich diese alles zermalmende unsichtbare Macht, deren verderbliche Wirkungen wir hier unten überall und jeden Augenblick sehen und an uns selbst erfahren, auch dorthin, in jenen ungemessenen Raum des Himmels, bis an die äußerste Gränze des Weltalls erstrecken? Soll dieser Mond einst nicht mehr die Nacht der Erde beleuchten, und diese Sonne auch verlöschen, diese Millionen Sterne — soll alles vergehen und zerfallen, und eine Zeit kommen, in welcher von ihnen dort, wie von uns hier, keine Spur mehr zu finden ist?

Es kann hier nicht meine Absicht seyn, die Antwort auf diese Frage aus Betrachtungen abzuleiten, welche mit dem i n n e r e n Menschen und mit Wahrheiten zusammenhängen, die wir uns nicht selbst verschaffen konnten. Ich will nur zu zeigen suchen, daß uns die Einrichtung unseres Planetensystemes selbst, und die Erscheinungen, welche uns die Körper desselben darbiethen, hinreichenden Stoff geben, diese uns allen ohne Zweifel sehr wichtige Frage genügend zu beantworten.

Wir kennen bereits das allgemeine Gesetz, nach wel-

chem sich alle Planeten und Cometen unseres Systemes um die Sonne bewegen: es besteht darin, daß jeder Körper eine Kraft in sich hat, alle anderen Körper im Verhältnisse seiner Masse und im verkehrten Verhältnisse des Quadrats seiner Entfernung von ihnen anzuziehen.

Wir wollen nun sehen, ob in diesem allgemeinen Naturgesetze etwas ist, aus dem wir entweder auf die ewige Dauer, oder auf eine endliche Zerstörung des ganzen Systemes mit einiger Sicherheit schließen können. Wir bemerken allerdings schon auf den ersten Blick, daß die Körper unseres Planetensystemes vermöge jenem Gesetze sehr regelmäßige Bahnen, und zwar schon seit Jahrtausenden um die Sonne beschreiben: allein wenn wir diese Bewegungen näher untersuchen, so finden wir auch, daß diese große Maschine mit allen ihren Tausenden von Rädern sich keineswegs so ordentlich bewegt, wie man etwa anfangs glauben mochte, daß vielmehr ihre einzelnen Theile sich häufig aufhalten und s t ö r e n, und daß diese gegenseitigen Reibungen der Maschine oft so groß sind, daß sie mit der Zeit anwachsend, wohl eine Umänderung oder vielleicht eine völlige Zerstörung des ganzen schönen Baues nach sich ziehen können.

Ich spreche hier aber nicht von bloßen zufälligen Störungen, die sich weder voraussehen noch berechnen lassen. Wenn wir plötzlich einen Cometen aus seinen ungemessenen Fernen zu uns herniedersteigen, wenn wir ihn einem unserer Planeten sich nähern, ihn an sich ziehen, ihn gänzlich zerstören sähen, so würde eine solche Catastrophe, so traurig sie auch für jenen Planeten selbst seyn mag, doch noch in keinem unmittelbaren Zusammenhange mit einer nothwendigen endlichen Zerstörung des g a n z e n Planetensystemes stehen, so wenig als ein vom Blitze getödteter Mensch den Untergang der ganzen Gattung dieser Ge=

schöpfe mit Grund fürchten lassen kann. Ich werde hier vielmehr von jenen gleichsam nothwendigen Uebeln, welchen die ganze Maschine seiner inneren Natur nach unterworfen zu seyn scheint, von jenen immerwährenden Störungen sprechen, welche aus dem Urgesetze der Bewegung selbst folgen, und die eben so auf eine endliche Auflösung des Ganzen zu deuten scheinen, wie die immerwährenden Reibungen und Abnützungen, welchen z. B. die menschliche Maschine unterworfen ist, aus welchen letzten wir leider nur zu gewiß auf einen endlichen völligen Stillstand, auf den unvermeidlichen Tod derselben schließen.

Wenn bloß die Sonne und ein einziger ihrer Planeten, z. B. die Erde da wäre, so ist kein Zweifel, daß diese Erde, so lange sie nicht von äußeren, dem Systeme fremden Kräften, gestört wird, und daher bloß dem oben erwähnten Gesetze der Schwere gegen die Sonne unterworfen ist, ohne Aufhören immer ein und dieselbe regelmäßige Ellipse um die Sonne beschreiben würde. Aber so bald außer ihr noch ein anderer Planet da ist, so wird er, nach demselben Gesetze der Schwere, auf die Erde, und diese auf ihn ähnliche, wenn gleich viel kleinere Wirkungen äußern, als die Sonne auf beyde Planeten selbst äußert, und weder der eine noch der andere der beyden Planeten kann jetzt mehr eine reine Ellipse um die Sonne beschreiben, sondern jeder wird von dem anderen, und eben so von allen übrigen Planeten auf mannigfaltige Weise in seiner Bahn gestört werden. Diese Störungen und ihre Folgen haben wir in dem zweyten Buche umständlich untersucht: es wird aber vielleicht nicht überflüssig seyn, denselben interessanten Gegenstand, mit weniger Rücksicht auf Analyse, noch auf eine andere Weise zu betrachten.

Diese Störungen sind, wie wir gesehen haben, von doppelter Art: die ersten werden nur den Ort des gestörten

Planeten in seiner Bahn ändern, und da diese nur von den Stellungen der Planeten gegen einander und gegen ihre Perihelien und Knoten herrühren, Stellungen, die in kürzern oder längern Perioden sich wieder herstellen, aus welcher Ursache sie auch periodische Störungen genannt werden, so gehören diese nicht zu unserer Untersuchung, da sie eben, weil sie periodisch und überdieß meistens nur sehr klein sind, auf den eigentlichen mittlern Zustand des Systemes keinen wesentlichen Einfluß haben, und daher auch keine endliche Zerstörung des Ganzen hervorbringen können. Anders verhält es sich mit der zweyten Art der Störungen, welche nicht den Ort des Planeten in seiner Bahn, sondern welche diese Bahn selbst, ihre Größe, Gestalt und Lage betreffen. Betrachten wir z. B. die Aenderungen, welche bloß die zwey größten Planeten unsers Systemes durch ihre gegenseitige Einwirkung in ihren Bahnen während dem Laufe eines Jahrhunderts erfahren. Die Ebene der Jupitersbahn nähert sich in hundert Jahren um 23″ der Ekliptik, und ihre Durchschnittspunkte mit der Ekliptik gehen in derselben Zeit um 1577″ rückwärts, oder von Ost nach West, während die Bahn Jupiters selbst in ihrer Ebene, d. h. während die große Axe dieser Bahn sich 664″ vorwärts bewegt. Eben so nähert sich die Saturnsbahn der Ebene der Ekliptik in einem Jahrhundert um 15″, während ihre Durchschnitte mit der Ekliptik 2266″ rückwärts gehen, und während zugleich die große Axe dieser Bahn in ihrer Ebene sich in derselben Zeit um 1937″ vorwärts bewegt. Indem so bloß durch die störenden Einwirkungen der anderen Planeten auf diese beyden die Ebenen, in welchen ihre Bahnen liegen sowohl, als die Bahnen selbst in dieser Ebene beweglich sind, ändert sich auch noch durch dieselbe Einwirkung selbst die Gestalt dieser Bahnen, und die Ellipse, welche Jupiter beschreibt, plattet sich immer mehr ab, während die Ellipse Saturns sich immer

mehr abrundet, oder der Form eines Kreises nähert. *) Aehnliche nicht minder bedeutende Veränderungen leiden auch die Bahnen aller übrigen Planeten, da sie denselben Naturgesetzen unterworfen sind, da jeder von ihnen den Anziehungen aller anderen ausgesetzt ist, und es ist klar, daß diese Aenderungen der Bahnen, wenn sie ohne Aufhören fortgehen, endlich das Verhältniß, welches jetzt unter ihnen besteht, gänzlich aufheben, und dadurch das ganze System seiner Auflösung entgegen führen werden. Wenn z. B. die Bahn dieses Planeten immer kleiner wird, so muß er sich der Sonne immer mehr nähern und endlich damit enden, daß er sich auf sie stürzt, und so aus der Zahl der Planeten völlig verschwindet; oder wenn jener sich immer mehr von der Sonne entfernt, so wird er endlich die Gränze der Attractionssphäre der Sonne erreichen, und in den Wirkungskreis einer anderen Sonne hinüberschreiten und ebenfalls aus unserem Systeme verschwinden; oder endlich, wenn andere Planeten, die bisher durch sehr große Räume getrennt, ihre Bahnen um die Sonne friedlich und ohne einander merklich zu hindern, beschrieben haben, sich jetzt einander immer mehr nähern, bis sie sich auf ihren Bahnen begegnen, so werden auch sie zerstörend auf einander treffen, und vielleicht beyde aus der Reihe der Planeten verschwinden, u. s. f.

Wenn also das alles so fortgehen soll, so sieht es mit der bisher geträumten Schönheit und Harmonie, und mit der so sehr gewünschten ewigen Dauer des Planetensystemes sehr mißlich aus.

Die vorhergehenden Zahlen, so wie alle übrigen Stö=

*) Mit andern Worten: die Excentricität der Jupitersbahn wächst in einem Jahrhundert um den 0,000159sten Theil ihrer großen Axe, oder um 16660 Meilen, und die Excentricität der Saturnsbahn nimmt in derselben Zeit um den 0,000312ten Theil ihrer großen Axe, oder um 59950 Meilen ab.

rungen der Planeten unter einander haben die Astronomen nicht durch Beobachtungen, sondern durch Rechnungen gefunden, nähmlich durch die Auflösung des berühmten Problems der drey Körper, von welchen wir in dem ersten Theile umständlich gesprochen haben. Dieselben Berechnungen der Bewegungen von drey Körpern, deren jeder die beyden anderen in Verhältniß seiner Masse und verkehrt wie das Quadrat seiner Entfernung von ihnen anzieht, dieselben Berechnungen, von denen man hier keine näheren Mittheilungen erwarten wird, deren Richtigkeit aber nach ihrer Vollendung durch ihre genaue Uebereinstimmung mit den Beobachtungen vollkommen bestätiget wurde, setzten sie zugleich in den Stand, nicht nur die Veränderungen unseres Planetensystemes, welche dasselbe in den längst verflossenen Jahrhunderten erlitten hat, sondern auch diejenigen genau zu bestimmen, welche sich erst in der fernen Zukunft aus den gegenseitigen Störungen der Planeten entwickeln werden, und da ergab sich das überraschende Resultat, daß ein jetzt beobachtetes Zunehmen der Neigung oder der Länge des Knotens, oder der Größe der Excentricität einer Bahn, mehrere Jahrtausende vor oder nach unserer Zeit in eine Abnahme dieser Größen übergeht, und daß auf diese Weise jene Störungen, welche, wenn sie immer nach derselben Richtung vor sich gingen, eine endliche Zerstörung des Ganzen nothwendig mit sich führen müßten, gleich jenen periodischen Störungen ebenfalls in gewisse, wenn gleich viel weitere Zeiträume eingeschlossen sind, in welchen sie sich zwischen bestimmten und nie zu überschreitenden Gränzen, wie die Schwingungen eines Pendels um einen gewissen mittleren Zustand auf und ab bewegen. So fand man z. B. daß um das Jahr 16000 vor Christo, die Jupitersbahn einem Kreise am nächsten kam, während zu derselben Zeit sich die des Saturns am meisten

von der kreisförmigen Gestalt entfernte, oder daß damahls die Excentricität der Jupitersbahn am kleinsten, und die des Saturns am größten war; daß seit dieser Zeit jene wächst und diese abnimmt, bis im Jahre 17000 nach Christo jene am größten und diese am kleinsten seyn, und daß dann wieder durch mehr als 33000 Jahre jene abnimmt und diese wächst; daß aber demungeachtet die Excentricität Jupiters immer zwischen den engen Gränzen von 0.060 und 0.025, und die des Saturns zwischen 0.084 und 0.011 enthalten seyn muß, so daß keine von beyden Bahnen je dem Kreise so nahe kommen kann, als die Venusbahn, und keine sich so weit von der Kreisform entfernen wird, als die Marsbahn. Eben so kann sich die Länge des Knotens der Jupitersbahn nur um 13, und die des Saturns nur 32 Grade von der mittleren Länge derselben, die in 104° der Ekliptik fällt, entfernen, und die Neigungen der Bahnen gegen die Ekliptik sind bey Jupiter immer zwischen 1° 17′ und 2° 3′, und bey Saturn zwischen 0° 47′ und 2° 33′ enthalten. Aehnliche Beschränkungen bemerkt man bey den Knoten, den Neigungen und den Excentricitäten aller anderen Planeten, so daß also alle diese Veränderungen, die, wenn sie immer nach derselben Richtung fortgehen, und sich mit der Zeit anhäufen würden, eine gänzliche Veränderung und vielleicht eine völlige Zerstörung des Ganzen zur Folge haben müßten, jetzt, wo sie in bestimmte und meistens sehr enge Gränzen eingeschlossen sind, keine bedeutenden Folgen für die Anordnung des Ganzen äußern können, da sie durch ihr periodisches Vor- und Rückwärtsschreiten gleichsam selbst wieder die Aenderungen zerstören, welche sie hervorgebracht haben, und so das ganze System, immer in der Nähe eines stabilen mittleren Zustandes erhalten, und eben dadurch die Dauer desselben sichern.

In der That, da diese sogenannten säculären Aenderungen der Planetenbahnen, wie wir oben gesehen haben,

von der Lage der Apsiden und der Größe der Excentricität aller dieser Bahnen unter einander abhängen, so läßt sich schon ohne weitläufigen Berechnungen beurtheilen, daß, wenn sich allmählich die Apsiden und Excentricitäten aller Bahnen bedeutend geändert haben werden, dann auch ihre Gesammtwirkung auf jeden einzelnen Planeten Aenderungen erleiden werde, und daß daher jene nach Jahrtausenden endlich eine solche Lage und Größe erhalten werden, daß dadurch die bisherige rechtgängige Bewegung in eine rückgängige, und die Abnahme in eine Zunahme übergehen muß. Auch gibt die nähere Betrachtung des Problemes der drey Körper Mittel an die Hand, durch welche sich jene Beschränkung der Knoten, der Neigungen und der Excentricitäten auf eine sehr einfache Weise beweisen läßt, ohne daß es nöthig wird, diese Rechnungen selbst bis auf so weit vor und rückwärts von uns entfernte Jahrtausende auszudehnen.

Die Auflösung jenes Problemes führt nähmlich auf mehrere Bedingungsgleichungen, aus welchen jene für die Erhaltung des Ganzen so wichtigen Resultate gleichsam von selbst folgen. Nennt man z. B. m die Masse eines Planeten und e die Excentricität seiner Bahn in Theilen der halben großen Axe a derselben, und bezeichnet man für einen zweyten und dritten Planeten dieselben Größen durch m′ e′ a′, und durch m″ e″ a″, so ist eine der erwähnten Bedingungsgleichungen (I. S. 315).

$$e^2 m \sqrt{a} + e'^2 m' \sqrt{a'} + e''^2 m'' \sqrt{a''} + \ldots\ldots = \text{Const.}$$

und es folgt aus der Natur der Auflösung jenes Problems, daß wenn alle Körper m m′ m″ sich nach derselben Richtung um die Sonne bewegen, man von den Größen $\sqrt{a}$, $\sqrt{a'}$, $\sqrt{a''}$ die bekanntlich wegen ihren Wurzelzeichen positiv und negativ seyn können, daß man dann von ihnen nur die positiven Werthe nehmen soll. Da nun die Größen m m′ m″ ohnehin, und die Größen e^2 e'^2 e''^2, weil sie Qua-

brate sind, auch positiv seyn müssen; so sind alle Glieder der vorigen Gleichung links von dem Gleichheitszeichen positiv, und daher ein jedes derselben kleiner als die Constante rechts, weil sie alle zusammen erst dieser Constante gleich sind. Wenn daher für irgend eine Epoche die Excentricitäten der Planetenbahnen alle nur kleine Größen gegen ihre halben Axen sind, so ist diese Constante für diese und also auch für alle anderen Epochen eine ebenfalls nur kleine Größe, und da nach dem Vorhergehenden jedes Glied auf der linken Seite der Gleichung noch kleiner ist, als die Constante rechts, so müssen jene Glieder auch immer sehr klein bleiben, oder da die Massen $m\, m' \ldots$ und wie wir bald sehen werden, auch die halben großen Axe $a\, a' \ldots$ der Bahnen unveränderliche Größen sind, und die Glieder links doch immer nur klein bleiben müssen, so müssen auch die Excentricitäten $e\, e'\, e'' \ldots$ immer sehr klein bleiben, und die Bahnen der Planeten können sich nie weit von ihrer ursprünglichen nahe kreisförmigen Gestalt entfernen. Diese Beschränkung der Excentricitäten hat also, wie wir gesehen haben, unter den beyden Voraussetzungen statt, daß alle Planeten sich in derselben Richtung um die Sonne bewegen, und daß die Excentricitäten ihrer Bahnen wenigstens zu irgend einer Epoche sehr klein sind. Beyde Bedingungen treffen aber in unserem Planetensysteme ein, in welchem sich alle Planeten von West nach Ost um ihren Centralkörper bewegen, und in welchem den Beobachtungen zu Folge, wenigstens jetzt alle Excentricitäten nur sehr kleine Theile ihrer großen Axe sind, so daß daher diese Excentricitäten auch früher sehr klein gewesen seyn müssen, und auch künftig nie beträchtlich anwachsen können.

Ganz ähnliche Bedingungsgleichungen erhält man auch für die Neigungen φ der Bahnen und die Längen ϑ der Knoten derselben gegen eine fixe Ebene, nähmlich

$$\mathrm{tg}^2\varphi m\sqrt{a}+\mathrm{tg}^2\varphi'.m'\sqrt{a'}+\mathrm{tg}^2\varphi''.m''\sqrt{a''}+\ldots=\mathrm{Const.}$$

und

$$\mathrm{tg}\varphi\,\mathrm{Sin}\,\vartheta.m\sqrt{a}+\mathrm{tg}\varphi,\mathrm{Sin}\,\vartheta' m'\sqrt{a'}+\mathrm{tg}\varphi''\,\mathrm{Sin}\,\vartheta''.m''\sqrt{a''}+\ldots=\mathrm{Const.}$$

und ganz durch dieselben Schlüsse, die wir oben angewendet haben, folgt aus der ersten dieser Gleichungen, daß die Neigungen so wie dann aus der zweyten, daß auch die Knotenlängen der Bahnen in Beziehung auf ihre mittlere Länge immer nur kleine Größen seyn werden, wenn sie zu irgend einer Epoche kleine Größen sind, und wenn die Richtung der Bewegung aller Planeten um die Sonne dieselbe ist. (I. S. 315).

Wir haben bisher nur die Störungen betrachtet, welche die Knoten, die Neigungen und die Excentricitäten der verschiedenen Planetenbahnen betreffen, und zu unserer Beruhigung gefunden, daß alle Bewegungen, welchen diese drey Elemente unterworfen seyn mögen, stets in sehr enge Gränzen eingeschlossen sind, und daher auf die Erhaltung des Ganzen, welches gleichsam immer um einen mittleren Zustand oscillirt, nie nachtheilig einwirken können. Allein es gibt noch zwey andere Elemente, welche wir bisher nicht berücksichtiget haben, die Lage der großen Axe oder die Länge der Apsiden, und die Größe dieser Axe selbst. Wir wollen nun sehen, was uns die Analyse über die Veränderungen dieser beyden Elemente gelehrt hat.

Die Apsiden machen eine merkwürdige Ausnahme von allen übrigen Elementen der Planetenbahnen, indem sie die einzigen sind, welche sich immer nach derselben Richtung weiter bewegen, ohne, wie alle anderen, in bestimmten Gränzen periodisch auf- und abzugehen. Wegen der Aenderung der Elemente, von welchen diese Bewegung abhängt, leidet sie

zwar verschiedene Modificationen, so daß sie bald schneller, bald langsamer wird, aber aller dieser Aenderungen ungeachtet rücken sie doch mit jedem Jahre weiter nach derselben Seite vor (I. S. 311).

Diese Bewegung der Apsiden ist sonach die einzige Störung unseres Systemes, die nicht bloß periodisch hin und her schwankt, sondern immer fortrückt, weil der Ausdruck für diese Bewegung außer den periodischen Gliedern, aus welchen er zusammengesetzt ist, auch noch ein Glied enthält, welches der Zeit proportional ist, also ohne Aufhören wächst. Allein glücklicher Weise hat eben nur bey diesem Elemente ein immerwährender Fortgang nach derselben Richtung auf den Zustand und die Dauer des Systemes keinen wesentlichen Einfluß, da es in Beziehung auf die Bewegung um die Sonne offenbar gleichgeltend ist, nach welchem Fixstern die Apsidenlinie gerichtet ist, um so mehr, da die Planetenbahnen nur so wenig von der Kreisform abweichen, und sie alle unter einander durch sehr große Zwischenräume getrennt sind, so daß die gegenseitige Entfernung der Planeten von einander durch eine veränderte Lage der Apsiden nur unmerklich geändert werden kann.

Ganz anders verhält es sich mit den drey oben betrachteten Elementen. Denn wenn z. B. die Knoten zweyer Planetenbahnen zusammen fallen, und ihre Excentricitäten sich ohne Gränzen verändern könnten, so würden endlich beyde Bahnen einander schneiden, und die Planeten selbst in ihren Bahnen sich begegnen können, welches für die Existenz derselben, und daher auch für die Existenz des ganzen Systemes von den verderblichsten Einflüssen seyn würde.

Aber so wie die immer fortschreitende Bewegung der Apsiden auf die Erhaltung des Ganzen keinen wesentlichen Ein=

fluß hat, so wird besonders, wie man leicht sieht, auch schon die geringste Aenderung der großen Axe der Planetenbahnen für die Dauer des Systemes von den wichtigsten Folgen seyn. Es ist nicht schwer, sich einen Begriff von den Folgen zu machen, welche aus einer solchen Störung entstehen würden, da sie der Natur der Sache nach nicht, wie die übrigen Störungen, in einem bloßen periodischen Ab- und Zunehmen bestehen könnten, sondern da sie sich nothwendig mit der Zeit immer mehr anhäufen müßten. Wir haben oben (I. S. 210) gesehen, daß es von der Geschwindigkeit, die ein Planet in den beyden Punkten seiner Apsiden hat, abhängt, ob die Bahn desselben ein Kreis, eine Ellipse, eine Parabel oder eine Hyperbel seyn soll. Wenn daher seine große Axe sich ändert, so wird er, da seine Geschwindigkeit sich nicht geändert hat, seine frühere Geschwindigkeit nach und nach in ganz verschiedenen Entfernungen haben, wodurch die Natur seiner Bahn nothwendig geändert werden müßte. Jupiter bewegt sich jetzt in seinem Perihelium während einer Secunde durch 1.85 geogr. Meilen in seiner elliptischen Bahn, und Saturn eben so in seinem Perihelium durch 1.38 Meilen. Wenn aber Saturn in dieser seiner kleinsten Entfernung von der Sonne sich in einer Secunde durch 1.85 Meilen bewegte, so würde seine elliptische Bahn in eine Parabel übergehen. Wenn daher die Axe der Jupitersbahn so zunähme, daß dieser Planet in seinem Perihelium so weit, wie jetzt Saturn in seinem Perihelium, von der Sonne entfernt wäre, so würde er mit seiner ursprünglichen Geschwindigkeit, die er in diese neue Lage mit brächte, eine Parabel beschreiben, sich immer weiter von der Sonne entfernen, und endlich mit allen seinen Satelliten ganz aus unserem Systeme verschwinden. Eine geringere Vergrößerung der Axe der Jupitersbahn würde zwar die elliptische, in sich selbst zurückkehrende Gestalt derselben nicht ganz zerstören,

aber doch diese Ellipse so stark excentrisch machen, daß Jupiter ganz aus der Reihe der Planeten heraustreten, und in einer cometenartigen Bahn die übrigen Planetenbahnen durchschneiden, und dadurch auf sie noch verderblichere Folgen äußern würde. Aber noch trauriger würden diese Folgen für ihn selbst seyn, wenn die Axe seiner Bahn einer immerwährenden Abnahme unterworfen wäre.

Wir haben (I. S. 213) gesehen, daß jeder Planet in der ihm angewiesenen Entfernung von der Sonne diejenige mittlere Geschwindigkeit habe, welche seine Bahn nahe zu einem Kreise macht. Wenn er daher mit dieser ihm eigenthümlichen Geschwindigkeit bey einer Abnahme der großen Axe seiner Bahn, der Sonne genähert wird, so würde dadurch das zum Kreise nothwendige Gleichgewicht zwischen der Geschwindigkeit des Planeten und der Centralkraft der Sonne aufgehoben werden, die letztere würde überwiegen, und durch die allmähliche Annäherung des Planeten immer wachsen, und der Planet würde endlich, wenn er der Kraft der Sonne nicht mehr widerstehen kann, auf sie stürzen, und dadurch ganz aus unserem Systeme verschwinden. Durch eine wunderbare Einrichtung ist daher dieses Element, von welchem die eigentliche Größe der Bahn abhängt, auch in der That das einzige, welches allen Störungen widersteht, und immer ganz unveränderlich bleibt. Es ist dieses eine der schönsten und wichtigsten Entdeckungen, welche die Sternkunde den neueren Fortschritten der Analyse verdankt, und die uns zugleich lehrt, daß unter den trockenen Zahlen, mit welchen sich die Geometer beschäftigen, oft die größten Geheimnisse der Natur verborgen liegen. Diese Analyse gibt für den allgemeinen Ausdruck der Störungen der großen Axe einer jeden Planetenbahn eine Formel von vielen Gliedern, deren jedes die Wirkungen enthält, welche alle übrigen Pla-

neten auf die große Axe jener gestörten Planetenbahn auszuüben, und wenn man in diesen Ausdrücken für die allgemeinen Zeichen desselben die Zahlen substituirt, welche der Masse, Entfernung, Neigung und Knoten rc. jeder dieser störenden Planetenbahn in unserem Systeme zukommen, so sieht man mit Verwunderung, daß alle Glieder jenes Ausdruckes sich gegenseitig aufheben, und daß daher die große Axe jeder Planetenbahn durch die Wirkungen aller übrigen durchaus keine Störung leidet (I. S. 297).

Durch welche Mittel aber hat die Natur diesen für die Erhaltung ihres Werkes so wichtigen Zweck erreicht? — Durch eine Einrichtung, die auf den ersten Blick eben so geringfügig als zufällig scheint. Die Umlaufszeiten der Planeten um die Sonne sind so beschaffen, daß sich je zwey derselben durch ganze Zahlen nicht genau ausdrücken lassen, oder wie man zu sagen pflegt, daß die Verhältnisse dieser Umlaufszeiten irrational sind. Diese wenigen Worte enthalten das ganze Geheimniß, durch welches die Natur ihrem Werke das Siegel der immerwährenden Dauer aufgedrückt hat. Durch diese einfache Einrichtung, daß sie hier, wie beynahe in allen ihren Werken die Irrationalzahlen, die sie besonders zu lieben scheint, vorgezogen hat, durch diese, wie es uns scheint, so geringfügige Einrichtung, hat sie den großen Zweck der Erhaltung des Ganzen erreicht.

An einem so feinen Faden hängt also die Ewigkeit der Dauer des ganzen Planetensystemes, und so wenig schien es der Natur zu kosten, ihr ganzes großes Gebäude vor jeder künftigen Zerstörung zu sichern. Die Umlaufszeit Jupiters beträgt nahe 4332 und die des Saturns 10759 Tage, und diese beyden Zahlen verhalten sich nahe wie 2 zu 5. Wenn sie sich in der That genau wie 2 zu 5 verhielten, also wenn

z. B. die Umlaufszeit Jupiters nur 29 Tage kürzer wäre, so würde aus der gegenseitigen Einwirkung dieser Planeten auf einander eine immer fortgehende Aenderung der großen Axen ihrer Bahnen folgen, und die beyden größten Planeten unseres Systemes würden endlich nicht nur sich selbst, sondern auch alle übrigen zerstören. In der That hat auch schon der Umstand, daß sich ihre Umlaufszeiten nahe, wie diese beyden Zahlen 2 und 5 verhalten, die Folge, daß beyde Planeten einer beträchtlichen Störung unterworfen sind, die in eine viel größere Periode, von nahe 930 Jahren eingeschlossen ist, als die Störungen aller übrigen Planeten, und nach welcher Jupiter sich jetzt immer mehr von der Sonne entfernt, während Saturn sich ihr nähert. Diese Periode würde in eine von mehreren Jahrtausenden übergehen, wenn jener Unterschied von 29 Tagen nur auf einige wenige Tage abnehmen, ja sie würde eine ewige Dauer annehmen, wenn jener Unterschied gänzlich verschwinden könnte. Wir haben oben (I. S. 301) die Ursache der langen Periode dieser zwey Störungen angegeben, und sie aus derselben Quelle der beynahe statt habenden Commensurabilität der Umlaufszeiten dieser beyden Planeten abgeleitet. Daß aber, wenn die großen Axen der Bahnen unveränderlich sind, die Umlaufszeiten es ebenfalls seyn müssen, folgt schon aus dem bekannten dritten Gesetze Keplers, nach welchem die Würfel der Axen sich wie die Quadrate der Umlaufszeiten verhalten.

Diese Einrichtung also, daß die Bewegungen aller Planeten um die Sonne, und aller Satelliten um ihre Hauptplaneten nach derselben Richtung vor sich gehen, daß die Bahnen aller dieser Körper nahe kreisförmig sind, und auch nur in sehr wenig von einander verschiedenen Ebenen liegen, und daß endlich die Umlaufszeiten derselben incommensurabel, oder ihre Verhältnisse irrational sind, diese bewunderungswürdige

Einrichtung unseres Planetensystemes zeigt uns, daß die Elemente desselben durch eine höhere Weisheit zu einem Zwecke geordnet wurden, der auf eine große Stabilität des Systemes, und auf eine sehr lange Dauer desselben deutet, und daß wenigstens in ihm selbst nichts gefunden werden kann, woraus sich die Ursache seiner künftigen Auflösung ableiten läßt, ja daß vielmehr die Erhaltung des Ganzen so lange gesichert erscheint, als nicht äußere fremde Einwirkungen dieselbe zu zerstören drohen. Alle mittleren Bewegungen der Revolutionen sowohl als die der Rotationen sind den Beobachtungen zu Folge bey den Körpern dieses Systemes constant, so wie ihre mittleren Entfernungen von dem Sitze der sie bewegenden Kräfte.

Auch die säculären Störungen sind alle nur periodisch, und in kleinere oder größere Gränzen eingeschlossen; die größte derselben, jene, welche die mittleren Bewegungen des Mondes in Beziehung auf seine Knoten, sein Perigeum und auf die Sonne betreffen, steigen zwar auf viele Grade, kommen aber doch nach mehreren Jahrhunderten wieder zu ihren mittleren Werthen zurück. In dieser großen Zwischenzeit würden ohne die Attraction des Erdsphäroids alle Theile der Mondesoberfläche nach und nach gegen die Erde gekehrt werden, aber diese Attraction, welche die Rotation des Mondes an jenen großen Ungleichheiten Theil nehmen macht, richtet beständig dieselbe Hemisphäre dieses Satelliten gegen uns, so daß uns die andere Hälfte desselben für immer unsichtbar bleiben wird (I. S. 293).

Eben so ist es die gegenseitige Anziehung der drey ersten Satelliten Jupiters, welches das oben (I. S. 321) gegebene schöne Verhältniß ihrer mittleren Bewegungen hervorgebracht hat, und es zugleich für die Zukunft erhält. Durch die Anziehung dieser Körper des Himmels ist die

Länge des Jahres auf einem jedem derselben sehr nahe constant, und die dadurch entstehenden Veränderungen in der Neigung der Bahnen gegen ihren Aequator, die immer in sehr enge Gränzen eingeschlossen bleiben, können nur sehr geringe und beynahe unmerkliche Veränderungen in der Temperatur und in dem Wechsel der Jahreszeiten hervorbringen. Besonders aber sind es die großen, durch ihre Massen und Anziehungen überwiegenden Körper, welche die Natur in den Mittelpunkt der Planetenbahnen und in die der Satellitensysteme gesetzt hat, welchen wir den größten Theil dieser Stabilität des Ganzen verdanken, das durch die gegenseitige Anziehung aller dieser Körper sowohl, als auch durch die fremde Einwirkung äußerer Kräfte immerwährenden Störungen ausgesetzt ist. Wenn die Wirkung Jupiters plötzlich aufhörte, so würden wir seine Satelliten, die wir jetzt um ihn in einer so bewunderungswürdigen Ordnung sich bewegen sehen, sich sofort in dem Raume zerstreuen, die einen in sehr excentrischen Ellipsen um die Sonne gehen, die anderen in hyperbolischen Bahnen sich sogar von der Sonne entfernen sehen. Das Daseyn einer mächtigen, alle anderen präpendirenden Centralkraft erscheint daher als eine unentbehrliche Bedingung für ein System, welches in allen seinen Theilen beysammen bleiben, und in der Regelmäßigkeit seiner Bewegungen nicht wesentlich gestört werden soll. Selbst auf unserer Erde sind die Spuren der Anlage derselben für eine sehr lange Dauer bereits jetzt unverkennbar, wenn auch vielleicht noch viele derselben erst den glücklichen Forschungen unserer Nachkommen sich entdecken werden. Dahin zählt man mit Recht die durch die Beobachtungen bestätigte Stabilität der Pole der Erde auf ihrer Oberfläche, und das Gleichgewicht des Meeres, welche beyde zur Erhaltung organischer Wesen so nothwendig sind, und welche nur als ein

einfaches Resultat von der Rotation der Erde, verbunden mit der Wirkung der allgemeinen Schwere erscheinen. Denn durch diese Rotation wurde die Erde abgeplattet, durch diese Abplattung aber wurde ihre Rotationsaxe in ihrer Lage gesichert, und zu einer ihrer Hauptaxen gemacht, und dadurch endlich wurde die Beständigkeit des Climas jedes Erdstriches und die Unveränderlichkeit der Dauer des Tages, diese Basis aller unserer Zeitmessungen, erhalten. Die Schwere aber näherte allmählig die dichteren Schichten der Erde ihrem Mittelpunkte, wodurch die mittlere Dichte der ganzen Erde jetzt die der Gewässer, welche dieselbe bedecken, übertrifft, und dieß allein ist schon hinreichend, die Stabilität des Gleichgewichtes der Meere zu sichern, und der Wuth ihrer Fluthen einen Zügel anzulegen, damit sie nicht aus ihren Gestaden treten, und die Inseln und das Festland, den Wohnort unzähliger Landthiere, mit ihren Wogen bedecken.

Nach allen diesen Betrachtungen scheint es daher, daß der höchst weise Urheber der Natur alles so eingerichtet habe, um die Dauer des ganzen großen und schönen Gebäudes zu sichern, und daß er in seiner Anlage zu dem Planetensysteme von denselben Ansichten ausgegangen ist, welche er auf der Erde auf eine so wunderbare Weise für die Erhaltung der Individuen, so wie für die der ganzen Geschlechter zu beobachten scheint. Wenn aber in dem Inneren dieses Systemes keine Spuren einer in der Zukunft möglichen Zerrüttung aufgefunden werden können, so dürfen wir von der unendlichen Güte seines Urhebers mit Ergebung erwarten, daß auch keine äußere fremde Kraft diese schöne Schöpfung eher zerrütten wird, bis seine Weisheit vielleicht einmahl selbst diese Störung, zum Wohle des Ganzen, heraufführt. — Hier aber verlassen uns Beobachtungen und Analyse, und nur der durch unzählige Wohlthaten begründete Glaube an einen väterlichen Erhal-

ter aller Wesen vermag es, uns vor eitler Furcht zu schützen, und in der dunklen Nacht, in der wir wandeln, Trost und Vertrauen einzuflößen.

Anders schien über diesen Gegenstand der große Entdecker der allgemeinen Schwere zu denken. „Ein blinder Zufall", sagt Newton, „konnte nie diese regelmäßige Bewegung der Planeten hervorbringen, einige Unordnungen ungerechnet, die man kaum bemerkt, die von der gegenseitigen Anziehung der Planeten und Cometen kommen, und die ohne Zweifel mit der Zeit anwachsen werden, bis endlich dieses System einmahl nöthig haben wird, durch die Allmacht seines Urhebers wieder in Ordnung gebracht zu werden." Leibnitz, in seinem Streite mit Newton über die Erfindung der Infinitesimalrechnung, warf ihm daher seine sehr beschränkten Ideen von der Macht und Weisheit des Schöpfers vor, dessen Werke von Zeit zu Zeit einer Ausbesserung bedürften, um nicht sich selbst zu zerstören. — Die immer gerechte Nachwelt hat weder jene, dem höchsten Urheber und Erhalter des Universums unwürdige Idee, noch die von Leibnitz in seiner Theodice aufgestellte präetablirte Harmonie aufgenommen, aber sie hat den mathematischen Entdeckungen dieser beyden großen Geometer vollständige Gerechtigkeit wiederfahren lassen, die auch in der That immer der Gegenstand unserer Bewunderung und unseres lebhaften Dankes seyn werden. Uebrigens muß man bemerken, daß das Gesetz der allgemeinen Schwere für die Zeitgenossen Newtons und für Newton selbst noch nicht mit der Sicherheit begründet war, welche ihr erst später durch Vervollkommnung der mathematischen Analyse sowohl, als durch die der Beobachtungen gegeben werden konnte. Euler, Clairaut und d'Alembert, welche diese Analyse zuerst mit der hier nothwendigen Allgemeinheit auf die gegenseitigen Störungen der Kör-

per des Himmels anwendeten, hielten jenes Gesetz noch nicht für so völlig begründet, um die Unterschiede, welche sich besonders bey den Bewegungen des Saturns- und des Monds-perigeums zwischen der Beobachtung und ihren Rechnungen fanden, der Unvollkommenheit der letzteren und der minderen Genauigkeit ihrer bloß approximirten Methoden zuzuschreiben. Aber diese drey großen Geometer, und unter ihren Nachfolgern besonders Lagrange und Laplace haben die anfangs gebrauchten Methoden erweitert, die Resultate derselben allmählig verbessert, und es endlich dahin gebracht, alle Erscheinungen des Himmels durch das einzige Gesetz der allgemeinen Schwere vollkommen zu erklären, und der Theorie sowohl als den astronomischen Tafeln eine früher beynahe unmöglich geglaubte Vollendung zu geben. In diesen Anwendungen der Analysis auf die himmlischen Bewegungen hat sich vorzüglich die Kraft dieses bewunderungswürdigen Instrumentes gezeigt, ohne dessen Hülfe es dem Menschen nie gelungen seyn würde, einen Mechanismus zu durchdringen, der eben so zusammen gesetzt in seinen Wirkungen, als einfach in seinen Ursachen ist. Die astronomische Analysis umfaßt jetzt in ihren Formeln das ganze Planetensystem in allen seinen Theilen, und sie geht mit derselben Sicherheit auf den Zustand desselben in der entferntesten Vorzeit zurück, mit welcher sie auch die Erscheinungen darstellt, welche erst die späte Folgezeit dem Beobachter enthüllen wird. Alle die großen Veränderungen, welche unser Planetensystem erlitten hat und erleiden wird, sieht man gleichsam im Kleinen aufgestellt, während dem Laufe einiger Menschenalter in dem Systeme der Jupiterssatelliten, deren kurze Umlaufszeiten alle die Erscheinungen vor unseren Augen schnell vorüberführen, zu deren Entwickelung in dem großen Planetensysteme Tausende von Jahren gehören. Durch dieses Mittel wußte die

Geometrie aus den Beobachtungen, wie aus einer reichen Fundgrube, die wichtigsten Elemente der Astronomie zu ziehen, die ohne Hülfe der Analysis ewig in ihr verborgen geblieben wären. So wurden die Massen und Dichtigkeiten der Sonne so wie die der Planeten und Satelliten durch die Revolutionen dieser verschiedenen Körper und durch die genaue Entwickelung ihrer periodischen und säculären Störungen bestimmt; die Geschwindigkeit des Lichtes und die Abplattung Jupiters wurde durch die Finsternisse seiner Satelliten gegeben; die Rotation des Uranus, des Saturns und seines Ringes, und die Abplattung dieser beyden Planeten wurde nur durch die gegenseitigen Lagen ihrer Satellitenbahnen erkannt; die Parallaxe der Sonne und des Mondes, die Abplattung der Erde und selbst die Veränderungen der Excentricität der Erdbahn wurde durch die Störungen des Mondes sicherer als durch directe Beobachtungen bestimmt, da sich alle diese unmittelbar beynahe unmerkbaren Elemente in dem Monde gleichsam wie in einem Hohlspiegel vergrößert zeigen; und endlich wurde der Mond, welcher der Erde zur Beleuchtung ihrer Nächte zugegeben scheint, zugleich der sicherste Führer des Schiffers auf unbekannten Meeren gegen die ihn von allen Seiten drohenden Gefahren. Diese erhabenen Theorien vereinigen daher alles in sich, was einer Entdeckung Werth geben kann: Die Größe und den Nutzen des Gegenstandes, den Reichthum ihrer Resultate, und das lohnende Verdienst großer und glücklich besiegter Hindernisse.

Wenn indessen, um wieder zu unserem Gegenstande zurückzukehren, die wundervolle Harmonie des Weltgebäudes, welche wir in dem Vorhergehenden kennen gelernt haben, uns über die längere Dauer desselben vollkommen beruhigen kann, und wenn, wie wir gesehen haben, wenigstens das In=

nere dieses Systemes keine Spur von einem Keime der künftigen Zerstörung an sich trägt, so ist doch eine noch so lange, keine ewige Dauer, und was innere Kräfte nicht vermögen, können dereinst äußere herbeyführen. Wenn die Räume des Himmels, welche die Planeten von einander trennen, auch nur von dem Lichtstoffe eingenommen wären, so würde schon die Abnahme, welche sein Ausstrahlen in der Masse der Sonne endlich nach sich ziehen muß, und der Widerstand, welchen das Licht den Planeten entgegensetzt, die Anordnung des Systemes einmahl, wenn auch noch so spät, ändern, und dadurch eine Zerstörung oder wenigstens eine Umgestaltung seiner gegenwärtigen Form nach sich ziehen, und diese in der Folge der Zeiten wahrscheinlich unvermeidliche Catastrophe kann eben so gut, wie die bisherige Erhaltung des Systemes, in dem Rathschlusse desjenigen liegen, vor dem Tausende von Jahren nur ein Augenblick sind, und dessen Absichten wir nicht zu ergründen vermögen. — Welches Recht hätten wir auch, wir, selbst nur von gestern her und morgen schon nicht mehr, die beständige Dauer unseres Geschlechtes, oder die ewige Existenz dieses unseres Wohnortes in der Gestalt zu fordern, in welcher wir ihn jetzt erblicken? Welche Revolutionen mag sie durchgegangen seyn, diese Erde, bis sie geschickt wurde, die feinste Blüthe ihrer Schöpfung, ihr letztes geliebtes Schooßkind, den Menschen, aufzunehmen? Und sollte die Natur, die nie von ihrem Werke läßt, und noch weniger einem Zärtlinge zu gut dasselbe vernachlässiget oder aufhält, hier stille stehen in ihrem Laufe? — So viele Geschlechter von Thieren und Pflanzen, deren Reste wir noch in zahlreichen, weitverbreiteten Lagern von Versteinerungen erkennen, und die nun gänzlich von der Erde verschwunden sind, zeigen sie uns nicht eine Neigung der Natur, alles zu verändern, selbst das, dem sie das Siegel der längsten Dauer aufgedrückt zu haben

scheint? Daß die Sonne mit allen ihren Planeten und Cometen uns größer und wichtiger scheint, als dieses Thier oder jener Baum, das wird wahrscheinlich den Urheber der Natur, der nach einem Maße mißt, gegen welches unsere größten noch viel zu klein sind, nicht bestimmen, bey jenen Körpern eine Ausnahme von den allgemeinen Gesetzen zu machen; denn sie sind nur groß, weil wir so klein sind, und das ganze Planetensystem, so ungeheuer es uns erscheint, ist doch nur ein unmerklicher Punkt des Ganzen. Wenn also diese noch viel kleinere Erde, wie die Frucht unserer Fluren, auch allmählig ihrer Bestimmung entgegen reift, und vielleicht von denselben Kräften, welche sie erzeugt, welche sie so lange erhalten haben, auch einmahl wieder zerstört wird, wollen wir uns auflehnen gegen das ewige Gesetz der Natur? Sind wir denn nicht uns selbst und alles das Unsrige, selbst diese Erde, jenen Elementen schuldig? Wenn daher diese periodisch aufwachen, und das ihrige zurückfordern; wenn Feuer und Wasser und Winde, die unsere Erde bewohnbar und fruchtbar gemacht haben, in ihrem Laufe fortgehen, und sie endlich auch wieder zu zerstören beginnen; wenn diese Sonne, die uns so lange als Mutter erwärmte, die alles Lebende auferzog, und an goldenen Seilen um ihr erfreuendes Antlitz lenkte, wenn sie die alternde Kraft der Erde, die sich nicht mehr zu erhalten und fortzutreiben vermag, nun endlich herabzieht in ihren brennenden Schooß, oder wenn endlich sie selbst, die Königinn unserer Tage, erlischt und verschwindet aus der Reihe der Wesen, — so entsetzlich für uns auch dieser Gedanke seyn mag — aber was geschähe dann anders, als was nach den ewigen Gesetzen der Weisheit und Ordnung geschehen muß? Sobald in einer Natur voll veränderlicher Dinge G a n g seyn muß, muß auch U n t e r g a n g seyn, scheinbarer Untergang nähmlich, Abwechslung von Gestalten und Formen. Nie

aber wird dieser Untergang das Innere der Natur selbst treffen, die über allen Ruin erhaben, immer als Phönix aus ihrer eigenen Asche ersteht, und mit immer neuen Kräften blüht.

Wie es aber auch mit dieser Zukunft, welche für uns mit einem undurchdringlichen Schleyer bedeckt ist, beschaffen seyn mag, uns ist es genug, so weit in den Vorhof des unendlichen Tempels der Natur vorgedrungen zu seyn, und das allgemeine Gesetz erforscht zu haben, nach welchem sie ihren großen Bau aufgeführt und schon so lange in jugendlicher Schönheit erhalten hat. Durch die Erhabenheit ihres Gegenstandes, und durch die in allen anderen Wissenschaften beyspiellose Vollendung ihrer Theorie ist die Astronomie das schönste Denkmahl des menschlichen Geistes, sein Stolz und zugleich sein Trost für die Unbedeutenheit geworden, welche die Natur ihm und seiner Erde auf der Stufenleiter der Wesen angewiesen zu haben scheint: so daß er seine eigene Größe bewundern muß in der Kleinheit der Basis, die ihm gedient hat, den ganzen Himmel zu messen. Erhalten wir daher mit Sorgfalt, und wenn es uns gegönnt ist, vermehren wir auch mit Eifer den von den Weisesten aller Zeiten und Nationen an uns vererbten Vorrath dieser erhabenen Kenntnisse, dieser edelsten Genüsse denkender Wesen. Sie haben der Schifffahrt und der Erdkunde wichtige Dienste geleistet, sie haben uns von Irrthümern, von dem uns entehrenden Aberglauben und von der eitlen Furcht vor himmlischen Erscheinungen befreyt, die aus der Unkenntniß unseres Verhältnisses zu der ganzen Natur entstanden; sie haben endlich, und darin besteht ihre größte Wohlthat, den Menschen über sich selbst erhoben, und, wenn er so sagen darf, ihn dem unendlichen und unnennbaren Wesen näher gebracht, von dem alles kömmt, und zu dem alles wieder zurückgeht. Was uns hier

unten umgibt, Ansehen und Reichthum, Macht und Kronen ist vergänglich, ist Nichts: nur zwey Dinge sind es, die allein würdig sind, die Aufmerksamkeit des menschlichen Geistes zu fesseln, und ihm unabhängig von allen Gütern der Erde seine angestammte Würde zu zeigen: das moralische Gesetz in uns, und der gestirnte Himmel über uns.

BSB Bayerische StaatsBibliothek

MDZ Münchener DigitalisierungsZentrum Digitale Bibliothek

Littrow, Joseph Johann <<von>>,

Populäre Astronomie

Bd.: 2,1

Wien (1825)

Astr.u. 101 l-2,1/2

urn:nbn:de:bvb:12-bsb10061014-0